



Dossier de demande d'autorisation environnementale « Projet Mistral » Développement de la production d'acier décarboné sur le site de Marcegaglia Fos-sur- Mer (13)

PJ n°4b – Annexes de l'étude d'impact



Juillet 2026

- Annexe 1 : Etude faune-flore
- Annexe 2 : Etat initial acoustique
- Annexe 3 : Surveillance des eaux souterraines
- Annexe 4 : Surveillance des rejets atmosphériques
- Annexe 5 : Courrier du GPMM pour la fourniture de l'eau brute
- Annexe 6 : Etude hydraulique
- Annexe 7 : Etude gaz à effet de serre
- Annexe 8 : Evaluation des risques sanitaires
- Annexe 9 : Suivi du milieu marin

Annexe 1 : Etude faune-flore



Projet Mistral : Développement de la production d'acier décarboné sur le site Marcegaglia de Fos-sur-Mer

Fos-sur-Mer (13)

**Volet Naturel d'Etude d'Impacts
&
Dossier de saisine du CNPN
relatif à la demande de dérogation
aux interdictions de dérangement et de
destruction d'habitats et d'individus
d'espèces animales et végétales protégées**

Réalisé pour le compte de



MARCEGAGLIA
FOS-SUR-MER

Cheffe de projet Livia VALLEJO
06 60 40 61 73
l.vallejo@ECO-MED.fr

Directeur d'études Julien VIGLIONE

Référence bibliographique à utiliser

ECO-MED 2026 –Volet Naturel d’Etude d’Impacts et Dossier de saisine du CNPN relatif à la demande de dérogation aux interdictions de dérangement et de destruction d’habitats d’espèces et individus d’espèces animales et végétales protégées du projet d’extension et rénovation industrielles – MISTRAL – Fos-sur-Mer (13) – 581 p.

Suivi de la version du document

Version	Date	Commentaire
1	15/05/2026	Version de base bibliographique et inventaires printaniers.
2	08 juillet 2026	Intégration des remarques DREAL PACA et DDTM13

Porteur du projet

Nom de l’entreprise : Marcegaglia Fos-sur-Mer
 Adresse de l’entreprise : Quai Minéralier – Fos-sur-Mer
 Contact Projet : Michel Nègre
 Coordonnées : Michel.Negre@marcegaglia.com

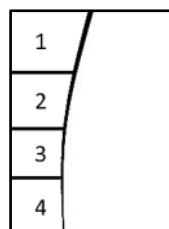
Equipe technique ECO-MED

Julien VIGLIONE – Directeur d’études
 Guillaume COUENON – Botaniste
 Chloé CORRE et Basile NOLLEAU – Expert.e.s zones humides
 Virginie GAILLY – Ornithologue
 Léo SERANNE et Achille BERTOIS – Mammalogues
 Nicolas DENMAT – Géomaticien
 Carla LÉON et Mélissa HADDAD – Chiroptérologues
 Vincent HALLOT et Élisabeth LEPLAT – Batrachologues/Herpétologues
 Livia VALLEJO – Entomologue

Prestataires

Marie-Odile DURAND – Chiroptérologue

Le présent rapport a été conçu par l’équipe ECO-MED sous la coordination de Livia VALLEJO, cheffe de projet et Julien VIGLIONE, directeur d’études.



Illustrations page de garde :

- 1 – Zone de stockage de ferraille, L.VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)
- 2 – Mosaïque de Tamaris et de pelouses, L. VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)
- 3 – Canal bordé de Peupliers, L.VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)
- 4 – Infrastructures liées à l’activité industrielle, L. VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)

ECO-MED Ecologie & Médiation S.A.R.L. au capital de 150 000 euros

TVA intracommunautaire FR 94 450 328 315 | SIRET 450 328 315 000 38 | NAF 7112 B

✉ Tour Méditerranée 13^{ème} étage, 65 avenue Jules Cantini, 13006 MARSEILLE

☎ +33 (0)4 91 80 14 64 📠 +33 (0)4 91 80 17 67 contact@ECO-MED.fr **www.ECO-MED.fr**



Table des matières

Résumé non technique	13
Préambule	19
Partie 1 : Données et méthodes.....	21
1. Présentation du secteur d'étude.....	22
1.1. Localisation et environnement naturel.....	22
1.2. Description succincte du projet	24
1.3. Différentes aires d'étude	24
1.4. Schéma Directeur du Patrimoine Naturel du GPM (source : GPM)	26
2. Méthode d'inventaire et d'analyse	30
2.1. Recueil préliminaire d'informations	30
2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut.....	31
2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections	51
2.4. Méthodes d'inventaires de terrain	57
2.1. Difficultés rencontrées.....	79
2.2. Espèces fortement potentielles	79
2.3. Critères d'évaluation.....	79
Partie 2 : Etat actuel de la biodiversité.....	83
1. Résultat des inventaires	84
1.1. Description de la zone d'étude	84
1.2. Habitats naturels.....	85
1.3. Zones humides	99
1.4. Flore	117
1.5. Invertébrés.....	126
1.6. Amphibiens	133
1.7. Reptiles	141
1.8. Oiseaux	148
1.9. Mammifères terrestres.....	162
1.10. Chiroptères	170
1.11. Bilan des enjeux biodiversité	188
Partie 3 : Evaluation des impacts bruts	189
1. Méthodes d'évaluation des impacts	190
2. Analyse des effets directs, indirects, temporaires et permanents du projet sur le patrimoine naturel....	191



2.1.	Description du projet (source : Anteagroup)	191
2.2.	Description des effets pressentis	201
2.3.	Impacts bruts du projet sur les habitats	202
2.4.	Impacts bruts du projet sur les zones humides	210
	Rubrique 3.3.1.0.....	212
	SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027	212
	Description de la zone d'étude avant impact	215
	Evaluation des fonctions sur la zone humide avant impact.....	215
	Evaluation des fonctions sur la zone humide avec impact envisagé	218
	Bilan sur les fonctions impactées.....	218
2.5.	Impacts bruts du projet sur la flore vasculaire	220
2.6.	Impacts bruts du projet sur les invertébrés.....	223
2.7.	Impacts bruts du projet sur les amphibiens	228
2.8.	Impacts bruts du projet sur les reptiles	233
2.9.	Impacts bruts du projet sur les oiseaux	238
2.10.	Impacts bruts du projet sur les mammifères terrestres	252
2.11.	Impacts bruts du projet sur les chiroptères.....	258
3.	Bilan des impacts notables pressentis du projet.....	268
3.1.	Habitats naturels et espèces.....	268
3.2.	Fonctionnalités écologiques	269
	Partie 4 : Mesures d'atténuation	274
1.	Approche méthodologique	275
2.	Mesures d'évitement et de réduction	276
2.1.	Séquence itérative amont : aboutissement à la variante d'implantation retenue.....	276
2.2.	Mesures de réduction.....	278
2.3.	Bilan des mesures d'atténuation	308
2.4.	Contrôle des préconisations et encadrement des travaux.....	310
	Partie 5 : Bilan des enjeux, des impacts bruts et résiduels et des mesures erc	311
1.	Bilan des enjeux, des mesures d'atténuation et impacts résiduels	312
2.	Effets du cumul des incidences	339
2.1.	Projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés	339
2.2.	Analyse des effets cumulés.....	346
3.	Comparaison des différents scénarios prospectifs	348
	Partie 6 : Compensation	349



1.	Introduction relative à la compensation	350
2.	Etat initial de la parcelle compensatoire « Etang de l’oiseau ».....	353
2.1.	Description de la zone d’étude	353
2.2.	Habitats naturels.....	355
2.3.	Flore	359
2.4.	Zones Humides	362
2.5.	Invertébrés.....	366
2.6.	Amphibiens	368
2.7.	Reptiles	371
2.8.	Oiseaux	374
2.9.	Mammifères terrestres	378
2.10.	Chiroptères	381
3.	Etat initial de la parcelle compensatoire « Le Bras Mort -secteur Relais »	383
3.1.	Description de la zone d’étude	383
3.2.	Habitats naturels.....	384
3.3.	Flore	390
3.4.	Zones Humides	392
3.5.	Invertébrés.....	393
3.6.	Amphibiens	395
3.7.	Reptiles	397
3.8.	Oiseaux	399
3.9.	Mammifères terrestres	401
3.10.	Chiroptères	404
4.	Mesures compensatoires en faveur des zones humides	405
4.1.	Présentation des mesures d’actions de génie écologique en faveur des zones humides	408
4.2.	Bilan fonctionnel du projet	434
4.3.	Résultat des impacts du projet sur la zone humide et des mesures de compensation.....	434
4.4.	Vérification des principes de la compensation	438
4.5.	Conclusion sur la pertinence des actions compensatoires	439
4.6.	Effet des mesures compensatoires relatives aux zones humides sur la biodiversité	439
4.7.	Compatibilité avec le SDAGE.....	440
5.	Mesures de compensation en faveur des espèces protégées	448
5.1.	Principes.....	448
5.2.	Présentation de la méthode de dimensionnement de la compensation	449
5.3.	Calibrage de la méthode de dimensionnement.....	455
5.4.	Evaluation de la dette compensatoire du projet	458



5.5.	Identification des espèces, des écosystèmes et des fonctions ciblées par la compensation	458
5.6.	Quantification des pertes écologiques	459
5.7.	Présentation des mesures de compensation.....	465
5.8.	Pérennité des mesures de compensation.....	505
5.9.	Quantification des gains écologiques	505
5.10.	Conclusion sur le respect des exigences de la doctrine ERC.....	507
6.	Mesure d'Accompagnement	510
7.	Suivi écologique des mesures	517
7.1.	Suivi scientifique des mesures	517
	Chiffrage estimatif et programmation des mesures proposées.....	520
	Partie 7 : Demande de dérogation « espèces protégées »	522
1.	Demande de derogation	523
1.1.	Objet de la demande de dérogation	523
1.2.	Raisons impératives d'intérêt public majeur (source : Marcegaglia)	536
1.3.	Absence de solutions alternatives d'implantation (source : Marcegaglia).....	537
1.4.	Conclusion sur la démarche dérogatoire liée aux espèces protégées	548
	Sigles	549
	Bibliographie	552
Annexe 1	Critères d'évaluation.....	555
Annexe 2	Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED	564
Annexe 3	Relevé relatif à la flore	569
Annexe 4	Relevé relatif aux invertébrés	575
Annexe 5	Relevé relatif aux amphibiens.....	578
Annexe 6	Relevé relatif aux reptiles	580
Annexe 7	Relevé relatif aux oiseaux	582
Annexe 8	Relevé relatif aux mammifères terrestres	592
Annexe 9	Relevé relatif aux chiroptères	593
Annexe 10	Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité	595
Annexe 11	Résultats bruts des valeurs des indicateurs de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides	596
Annexe 12	Etude hydraulique – Projet Mistral – Hydratis.....	604



Annexe 13	- Cerfa et annexes aux cerfas – Demande de dérogation	605
Annexe 14	: Tableur MNEFZH	614



Table des cartes

Carte 1 :	Localisation de la zone d'étude et du secteur global d'étude (contexte)	23
Carte 2 :	Délimitation de la zone d'étude (sans les emprises des projets).....	25
Carte 3 :	Circonscription des bassins ouest du GPMM (source : GPMM).....	26
Carte 4 :	Hiérarchisation des enjeux biodiversité sur la ZIP et localisation du projet Mistral (source : GPMM) ..	27
Carte 5 :	Planification spatiale de la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Fos et localisation du projet Mistral (source : GPMM).	28
Carte 6 :	Fonctionnalités écologiques au sein de la ZIP de Fos et localisation du projet Mistral (source : GPMM)	29
Carte 7 :	Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives	33
Carte 8 :	Autres zonages	35
Carte 9 :	Réseau Natura 2000 local	38
Carte 10 :	Zonages d'inventaires écologiques	41
Carte 11 :	Plans Nationaux d'Actions en faveur des oiseaux (rapaces)	45
Carte 12 :	Plan National d'Actions en faveur du Lézard ocellé	47
Carte 13 :	Schéma Régional de Cohérence Ecologique	49
Carte 14 :	Localisation des prospections pour les habitats naturels et la flore	58
Carte 15 :	Localisation des prospections invertébrés	63
Carte 16 :	Localisation des prospections amphibiens.....	65
Carte 17 :	Localisation des prospections amphibiens et reptiles	67
Carte 18 :	Localisation des prospections oiseaux	70
Carte 19 :	Localisation des prospections mammifères terrestres	72
Carte 20 :	Localisation des prospections de chiroptères	75
Carte 21 :	Habitats naturels – Classification EUNIS - 1/2.....	97
Carte 22 :	Habitats naturels – Classification EUNIS - 2/2.....	98
Carte 23 :	Comparaison du secteur d'étude en vue aérienne entre 1950 et 2025	100
Carte 24 :	Carte topographique de 2022 de la zone d'étude	102
Carte 25 :	Prélocalisation des zones humides au sein de la zone d'étude	103
Carte 26 :	Statut des habitats d'arrêté du 24 juin 2008 modifié	106
Carte 27 :	Résultats des sondages pédologiques.....	110
Carte 28 :	Résultats des sondages pédologiques et statut des habitats	111
Carte 29 :	Zone humide avérée au regard du critère pédologique	113
Carte 30 :	Etude piézométrique 1/2 (source : EODD/Evinerude/Marcegaglia)	114
Carte 31 :	Etude piézométrique 2/2 (source : EODD/Evinerude/Marcegaglia)	115
Carte 32 :	Délimitation finale des zones humides	116
Carte 33 :	Enjeux relatifs à la flore.....	124
Carte 34 :	Espèces végétales exotiques envahissantes	125
Carte 35 :	Enjeux relatifs aux invertébrés.....	132
Carte 36 :	Enjeux relatifs aux amphibiens	139
Carte 37 :	Enjeux relatifs aux amphibiens – données bibliographiques	140
Carte 38 :	Enjeux relatifs aux reptiles	146



Carte 39 :	Enjeux relatifs aux reptiles – données bibliographiques.....	147
Carte 40 :	Enjeux relatifs aux oiseaux.....	161
Carte 41 :	Enjeux relatifs aux mammifères terrestres	169
Carte 42 :	Enjeux relatifs aux chiroptères.....	187
Carte 43 :	Bilan des enjeux de biodiversité	188
Carte 44 :	Plan de masse des emprises Mistral	200
Carte 45 :	Localisation des emprises du projet sur les habitats naturels – 1/2	202
Carte 46 :	Localisation des emprises du projet sur les habitats naturels – 2/2	203
Carte 47 :	Localisation des emprises du projet sur les zones humides	210
Carte 48 :	Zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides	213
Carte 49 :	Paysage de la zone humide avant impact	216
Carte 50 :	Localisation des emprises du projet sur la flore.....	220
Carte 51 :	Localisation des emprises du projet sur les invertébrés.....	223
Carte 52 :	Localisation des emprises du projet sur les amphibiens.....	228
Carte 53 :	Localisation des emprises du projet sur les reptiles	233
Carte 54 :	Localisation des emprises du projet sur les oiseaux	238
Carte 55 :	Localisation des emprises du projet sur les oiseaux (légende)	239
Carte 56 :	Localisation des emprises du projet sur les mammifères terrestres	252
Carte 57 :	Localisation des emprises du projet sur les chiroptères	258
Carte 58 :	Grands secteurs naturels du delta du Rhône (source : Parc naturel régional de Camargue)	270
Carte 59 :	Étude de territorialisation des enjeux écologiques et paysagers autour de la ZIP de Fos : focus sur les corridors à réparer et fonctionnels	271
Carte 60 :	Localisation des secteurs aménagés rendant le déplacement de la petite faune impossible	273
Carte 61 :	Parcelles cadastrales du périmètre ICPE et projection du plan de masse (source ANTEA GROUP)	277
Carte 62 :	Emprises des différents types d'aménagements et localisation des OLD.....	278
Carte 63 :	Localisation de la mesure R6-Adaptation de la cloture à la présence de la faune	289
Carte 64 :	Localisation des arbres dans les OLD	291
Carte 65 :	Carte de localisation des arbres gîtes	296
Carte 66 :	Carte de localisation de la mesure R12.....	304
Carte 67 :	Localisation de la mesure R8 au sein des emprises – lutte contre les EVEC	306
Carte 68 :	Localisation des 51 projets identifiés à la fin du débat public (coordonné par la CNDP) comme contributeurs potentiels à la vocation industrielle de la zone Fos-Berre.	340
Carte 69 :	Localisation des parcelles compensatoires et situation par rapport à la zone d'étude MISTRAL.....	352
Carte 70 :	Habitats naturels présents dans la zone d'étude.....	359
Carte 71 :	Espèces exotiques envahissantes de la parcelle compensatoire de l'étang de l'oiseau	361
Carte 72 :	Type SDAGE 03 – Marais et lagunes côtiers (source : Rapport d'expertise 2017-2018 - Inventaire des zones humides du département des Bouches du Rhône). Entourée de rouge, la localisation des parcelles compensatoires étudiées en 2026.....	362
Carte 73 :	Bilan - Objectifs d'intervention – entouré de noir, localisation des parcelles de compensation étudiées en 2026	363
Carte 74 :	Localisation de l'ensemble des mesures de compensation ZH + espèces - parcelle de l'étang de l'oiseau - Zone à restaurer pour la compensation zones humides.....	365



Carte 75 :	Localisation de l'ensemble des mesures de compensation ZH + espèces - parcelle Bras mort/Relais - Zone à restaurer pour la compensation zones humides.....	365
Carte 76 :	Enjeux entomologiques - parcelle compensatoire étang de l'oiseau	367
Carte 77 :	Enjeux batrachologiques de la parcelle compensatoire « Étang de l'Oiseaux »	370
Carte 78 :	Enjeux herpétologiques de la parcelle compensatoire « Étang de l'Oiseau »	373
Carte 79 :	Carte des observations de l'avifaune – Parcelle compensatoire « Etang de l'Oiseau ».....	377
Carte 80 :	Enjeux relatifs au mammifères terrestres : Parcelle étang de l'oiseau.....	380
Carte 81 :	Habitats naturels présents dans la zone d'étude.....	389
Carte 82 :	Espèces exotiques envahissantes de la parcelle Bras mort/Relais	391
Carte 83 :	Enjeux entomologiques - parcelle compensatoire Bras mort/relais.....	394
Carte 84 :	Enjeux batrachologiques de la parcelle compensatoire « Bras mort/Relais ».....	396
Carte 85 :	Enjeux herpétologiques de la parcelle compensatoire « Bras mort/Relais »	398
Carte 86 :	Carte des observations de l'avifaune – Parcelle compensatoire	400
Carte 87 :	Carte des observations des mammifères terrestres– Parcelle compensatoire Bras mort/Relais.....	403
Carte 88 :	Localisation des mesures compensatoires sur la parcelle étang de l'oiseau	406
Carte 89 :	Localisation des principales mesures compensatoires sur la parcelle Bras mort/Relais	407
Carte 90 :	Localisation de la mesure C1 de traitement du Baccharis – Parcelle étang de l'oiseau	411
Carte 91 :	Localisation de la mesure C1 du traitement du Baccharis – Parcelle Bras mort/Relais.....	412
Carte 92 :	Localisation de la mesure C2 – parcelle étang de l'oiseau	417
Carte 93 :	Localisation de la mesure C3 : – parcelle étang de l'oiseau	420
Carte 94 :	Localisation de la mesure C4 : Plantation de haies de tamaris et de peupliers – parcelle étang de l'oiseau	424
Carte 95 :	Localisation de la mesure C5 : création de mares temporaires/dépressions – parcelle de l'étang de l'oiseau	431
Carte 96 :	Localisation de la mesure C5 : création de mares temporaires/dépressions – parcelle Bras mort/Relais	432
Carte 97 :	Localisation de la mesure C1 de traitement du Baccharis – Parcelle étang de l'oiseau	468
Carte 98 :	Localisation de la mesure C1 du traitement du Baccharis – Parcelle Bras mort/Relais.....	469
Carte 99 :	Localisation de la mesure C4 : Plantation de haies de tamaris et de peupliers – parcelle étang de l'oiseau	482
Carte 100 :	Localisation de la mesure C6 : création de mares temporaires/dépressions – parcelle de l'étang de l'oiseau	489
Carte 101 :	Localisation de la mesure C5 : création de mares temporaires/dépressions – parcelle Bras mort/Relais	490
Carte 102 :	Localisation de la mesure C9 : Installation de nichoirs à Huppe fasciée, Petit-duc scops et Pic épeichette	497
Carte 103 :	Localisation de la mesure C8 : Installation d'arbres-totem	501
Carte 104 :	Localisation de la mesure C9 : Plantation d'une haie d'Argousier – Périmètre ICPE MISTRAL.....	504
Carte 105 :	Localisation des localités pour la mise A1 sur la parcelle de l'étang de l'Oiseau.....	511



Table des tableaux

Tableau 1. Structures consultées.....	30
Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires	31
Tableau 3. Synthèse des périmètres de gestion concertée	34
Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000	36
Tableau 5. Synthèse des ZNIEFF	39
Tableau 6. Dates des prospections réalisés par Naturalia (étude Ascofields + projet Gravithy)	51
Tableau 7. Dates des prospections réalisés par Evinerude (projet Mistral)	53
Tableau 8. Dates des prospections du printemps 2026 réalisés par ECO-MED.....	54
Tableau 9. Synthèse des prospections du printemps 2026	56
Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés	61
Tableau 11. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens.....	64
Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles.....	66
Tableau 13. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux	68
Tableau 14. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères terrestres	71
Tableau 15. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux chiroptères	73
Tableau 16. Correspondance de l'Enjeu Zone d'Étude avec l'Importance de la Zone d'étude et l'Enjeu Local de Conservation	81
Tableau 17. Matrice de calcul de l'enjeu des gîtes potentiels	82
Tableau 18. Critères de prise en compte des espèces dans l'état initial	84
Tableau 19. Présentation des habitats naturels	86
Tableau 20. Résultats des sondages pédologiques.....	108
Tableau 21. Délimitation finale des zones humides	115
Tableau 22. Espèces de plantes avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude.....	117
Tableau 23. Flore avérée et potentielle à enjeu zone d'étude faible à très faible	122
Tableau 24. Espèces d'invertébrés avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude	126
Tableau 25. Invertébrés à enjeu zone d'étude faible à très faible	130
Tableau 26. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude.....	134
Tableau 27. Amphibiens à enjeu zone d'étude faible à très faible	136
Tableau 28. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude	142
Tableau 29. Reptiles à enjeu zone d'étude faible à très faible	143
Tableau 30. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude	148
Tableau 31. Oiseaux à enjeu zone d'étude faible à très faible	155
Tableau 32. Espèces de mammifères terrestres avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude	163
Tableau 33. Mammifères terrestres à enjeu zone d'étude faible à très faible.....	166
Tableau 34. Espèces de mammifères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude	170
Tableau 35. Chiroptères à enjeu zone d'étude faible et très faible.....	184
Tableau 36. Critères de prise en compte des espèces dans l'analyse des impacts	190
Tableau 37. Impacts bruts du projet sur les habitats	204
Tableau 38. Impacts bruts du projet sur les zones humides	211



Tableau 39. Impacts bruts du projet sur la flore vasculaire.....	221
Tableau 40. Impacts bruts du projet sur les invertébrés	225
Tableau 41. Impacts bruts du projet sur les amphibiens.....	230
Tableau 42. Impacts bruts du projet sur les reptiles	234
Tableau 43. Impacts bruts du projet sur les oiseaux	241
Tableau 44. Impacts bruts du projet sur les mammifères terrestres	253
Tableau 45. Impacts bruts du projet sur les chiroptères	260
Tableau 46. Impacts des mesures d'atténuation.....	308
Tableau 47. Évaluation des impacts résiduels sur les habitats	312
Tableau 48. Évaluation des impacts résiduels sur les espèces de la faune et de la flore	316
Tableau 49. Liste des projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés.....	341
Tableau 50. Synthèse des scénarios prospectifs.....	348
Tableau 51. Présentation des habitats naturels présents dans la zone d'étude	355
Tableau 52. Espèces de plantes avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude.....	360
Tableau 53. Liste des espèces d'arthropodes avérées et potentielles sur la parcelle Est	366
Tableau 54. Liste des espèces d'amphibiens avérées et potentielles sur la parcelle « Étang de l'Oiseau »	368
Tableau 55. Liste des espèces de reptiles avérées et potentielles sur la parcelle « Étang de l'Oiseau »	371
Tableau 56. Liste des espèces d'oiseaux avérées et potentielles sur la parcelle Est.....	374
Tableau 57. Espèces de mammifères terrestres avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude	379
Tableau 58. Liste des espèces de chiroptères potentielles sur la parcelle de l'étang de l'oiseau	381
Tableau 59. Présentation des habitats naturels présents dans la zone d'étude	384
Tableau 60. Espèces de plantes avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude.....	390
Tableau 61. Liste des espèces d'amphibiens avérées et potentielles sur la parcelle « Salin Relais »	393
Tableau 62. Liste des espèces d'amphibiens avérées et potentielles sur la parcelle « Salin Relais »	395
Tableau 63. Liste des espèces de reptiles avérées et potentielles sur la parcelle « Salin Relais »	397
Tableau 64. Liste des espèces d'oiseaux avérées et potentielles sur la parcelle Est.....	399
Tableau 65. Liste des espèces de mammifères terrestres à enjeu avérées et potentielles sur la parcelle compensatoire « Bras Mort – secteur Relais ».	402
Tableau 66. Liste des espèces de mammifères terrestres à enjeu avérées et potentielles sur la parcelle compensatoire « Bras Mort – secteur Relais ».	404
Tableau 67. Pertes écologiques engendrées par le projet en termes d'habitats, d'espèces et de fonctions	458
Tableau 68. Coûts des mesures proposées	520
Tableau 69. Espèces soumises à la demande de dérogation.....	524
Tableau 70. Analyse de l'état de conservation des espèces soumises à la demande de dérogation.....	531



Résumé non technique

La présente étude est basée sur un travail bibliographique à partir des études existantes sur le secteur du môle central (Evinerude, Naturalia) et assortie de relevés de terrains effectués sur la zone de projet au printemps 2026. Elle vise à :

- définir et à localiser les principaux enjeux de conservation,
- à qualifier et quantifier les impacts du projet de Mistral d'extension et rénovation de l'aciérie Marcegaglia (anciennement Ascométal) sur la commune de Fos-sur-Mer (13), pour l'ensemble les composantes biologiques terrestres,
- à proposer des mesures d'atténuation des impacts négatifs identifiés
- et à constituer le dossier de saisine du CNPN dans le cadre de la demande de dérogation à la destruction et le dérangement des espèces végétales et animales protégées.

Dans ce cadre, ECO-MED a mis en place une méthodologie adaptée afin d'identifier le contexte environnemental lié aux périmètres à statut (réglementaire et d'inventaire), les principaux enjeux écologiques avérés et pressentis (basés sur l'analyse du patrimoine naturel avéré et potentiel) et les principales fonctionnalités écologiques.

➤ Localisation de la zone d'étude par rapport aux périmètres à statuts

La zone d'étude est située à proximité de :

- 1 site inscrit,
- 2 APPB,
- 6 périmètres Natura 2000,
- 1 site RAMSAR,
- 1 Réserve de Biosphère,
- 1 Parc naturel régional,
- 5 périmètres d'inventaires.

➤ Etat initial de l'environnement



Habitats naturels

La zone d'étude est constituée de 44 habitats naturels ou mosaïques d'habitats naturels, dont 11 à enjeu modéré (les boisements de tamaris, de peuplier blanc et de peuplier noir ainsi que leurs mosaïques, correspondant à des habitats d'intérêt communautaire (92D0 et 92A0)), les pelouses d'annuelles psammophiles et les prairies à joncs, également d'intérêt communautaire (1410)). 16 habitats présentent un enjeu faible ; il s'agit d'habitats communs ou dégradés. Les 17 habitats restants présentent un enjeu très faible à nul et sont, pour la plupart, fortement anthropisés et ne présentent que peu d'intérêt.



Zones humides

Strictement d'après la réglementation en vigueur au titre du code de l'environnement, il est recensé au sein du site d'étude 38,74 ha de zones humides, délimitées selon les critères habitats naturels et pédologique. Ces zones humides semblent grandement dégradées, notamment en raison du contact direct avec des activités anthropiques du site industriel de Fos-sur-Mer depuis plus de 50 ans. L'étude des fonctionnalités de ces zones humides permettra une meilleure appréciation de leur état fonctionnel.



Flore

Parmi les espèces inventoriées sur site, **2 espèces présentent un enjeu fort : la Scammonée de Montpellier (protégé) et la Salabelle dure** qui occupent les zones sableuses du littoral. À cela s'ajoute **3 espèces avérées à enjeu**



modéré : l'Avellinie fausse fétuque, la Canne de Ravenne et la Rostraire du littoral, aucune d'entre elles n'est protégée. ON peut enfin évoquer une espèce avérée à enjeu faible ; il s'agit de la Blackstonie non perfoliée également non protégée.



Invertébrés

Le principal cortège est celui des espèces psammophiles (**Cicindèle flexueuse** à enjeu faible) avec une espèce potentielle (**Criquet des dunes**) pouvant être associé aux espèces steppiques potentielles (**Cedipode occitan**, **Caloptène occitan**) à enjeu modéré ; un second cortège est celui des milieux ouverts généralistes dont l'**Hespérie de la Ballote** (*Muschampia baeticus*), est une espèce patrimoniale à enjeu fort et dont la présence est conditionnée par celle de sa plante-hôte, le marrube commun). Enfin, le cortège des espèces aquatiques, représenté essentiellement par des espèces d'odonates, est constitué de peu d'espèces localement. Une seule, mise en évidence récemment, est toutefois à très fort enjeu : le **Leste à grands stigmas**, pouvant se reproduire dans le secteur nord-est de la zone d'étude. Enfin, les milieux arbustifs fournis d'Argousier, permettent d'héberger le **Sphinx de l'Argousier**, espèce avérée (chenille) protégée et à enjeu fort.



Amphibiens

Les différents inventaires menés par Naturalia, Evinerude et ECO-MED ont permis d'avérer une liste de 5 espèces d'amphibiens au sein de la zone d'étude. Toutes semblent s'y reproduire, le **Pélodyte ponctué** (enjeu fort) et le **Crapaud calamite** (enjeu faible) au sein des habitats aquatiques temporaires, la **Rainette méridionale** (enjeu faible), les **Grenouilles du complexe Pérez/Graf** (enjeu modéré) et la **Grenouille rieuse** (enjeu nul) au sein des habitats aquatiques végétalisés.



Reptiles

Les différents inventaires menés par Naturalia, Evinerude et ECO-MED ont permis d'avérer une liste de 4 espèces de reptiles au sein de la zone d'étude : **Couleuvre de Montpellier** (enjeu modéré), **Couleuvre vipérine** (enjeu faible), **Lézard des murailles** (enjeu faible), **Tarente de Maurétanie** (enjeu très faible). Les habitats et données bibliographiques disponibles dans le secteur permettent également de suspecter la présence de 3 espèces supplémentaires : Coronelle girondine (enjeu modéré), Couleuvre à échelons (enjeu modéré) et Couleuvre helvétique (enjeu faible).



Oiseaux

Concernant les oiseaux, 67 espèces ont été avérées par données bibliographiques dont 30 contactées lors de l'inventaire effectué en mars 2026 au sein ou aux alentours proches de la zone étudiée dont 29 présentent un enjeu zone d'étude notable (faible à fort). Parmi elles, quinze se reproduisent dans la zone d'étude ou ses abords immédiats, dont une espèce à enjeu fort (**Rollier d'Europe**) sept espèces à enjeu modéré (**Huïtrier pie**, **Coucou geai**, **Faucon hobereau**, **Huppe fasciée**, **Cedicnème criard**, **Petit-duc scops**, **Tadorné de Belon**) et huit espèces à enjeu faible (**Busard des roseaux**, **Buse variable**, **Cochevis huppé**, **Cisticole des joncs**, **Faucon crécerelle**, **Fauvette passerinette**, **Milan noir**, **Pic épeichette**).

La plupart de ces espèces nicheuses exploitent préférentiellement les milieux ouverts, arbustifs et boisés concernés par les zones étudiées. Les zones littorales sont préférentiellement exploitées par l'Huïtrier pie.

D'autres espèces à enjeu notable exploitent ou sont susceptibles d'exploiter la zone d'étude uniquement lors de leurs recherches alimentaires dont deux espèces à enjeu zone d'étude modéré, le **Busard des roseaux** et l'**Effraie des clochers** et douze espèces à enjeu zone d'étude faible le **Chevalier cul-blanc**, le **Chevalier guignette**, le **Martin-pêcheur d'Europe**, l'**Aigrette garzette**, la **Grande Aigrette**, l'**Echasse blanche**, la **Pie-grièche à tête rousse**.

Un cortège de vingt espèces communes protégées à enjeu zone d'étude très faible, utilisent la zone d'étude pour tout ou partie de leur cycle biologique.



Mammifères terrestres



Concernant les mammifères terrestres, 19 espèces utilisant la zone d'étude ont été inventoriées, dont huit espèces de méso-mammifères et onze espèces de micromammifères. Parmi celles-ci, sept présentent un enjeu notable : le **Putois d'Europe** (EZE modéré), le **Lapin de garenne** (EZE faible) et l'**Écureuil roux** (EZE très faible), avérés au sein de la zone d'étude, ainsi que le **Campagnol provençal** (EZE faible), le **Rat des moissons** (EZE faible), la **Crocidure des jardins** (EZE faible) et le **Hérisson d'Europe** (EZE faible), jugés fortement potentiels.

Au regard des habitats présents, ces espèces sont susceptibles de réaliser l'ensemble des phases de leur cycle de vie au sein de la zone d'étude.



Chiroptères

Au total 15 espèces ou groupes d'espèces fréquentant le site d'étude, dont 2, à enjeu fort sont avérées dans le gîte anthropique dans la zone au nord le long de la Darse : le **Grand Rhinolophe** et le **Murin à oreilles échancrées**. 8 autres espèces ont un enjeu modéré et 5 ont un enjeu faible.

Le gîte anthropique à enjeu fort dans la zone au nord abrite une colonie de parturition mixte de **Pipistrelle commune**, **Pipistrelle pygmée** et **Pipistrelle de Kuhl**. (environ 75 individus en période estivale contre une vingtaine au printemps et une quinzaine en automne) et Gîte ponctuel de **Sérotine commune** et **Oreillard gris**.

Au total, 20 arbres gîtes potentiels ont été identifiés dont 4 à enjeu fort, 12 à enjeu modéré et 4 à enjeu faible. Favorables à la **Noctule de Leisler**, la **Pipistrelle de Nathusius**, le **Murin Cryptique** et le **Murin de Daubenton** en plus du groupe des **Pipistrelles spp.**

Les différents faciès d'habitats présents dans la zone d'étude tels que les milieux arborés et semi-ouverts et ouverts, sont attractifs pour la chasse et le transit du cortège chiroptérologique recensé.

➤ Impacts initiaux du projet (= impacts bruts)



Habitats naturels

Concernant les habitats naturels, **les impacts bruts du projet sont jugés modérés sur 3 habitats**



Zones humides

21,74 ha de la surface totale sont impactés par le projet, dont **16,28 ha** d'imperméabilisation des zones humides et **5,46 ha** de coupe rase liée aux OLD. Une sous-fonction est prioritaire sur la parcelle Mistral : la fonction **écologique liée à la sous-fonction d'accomplissement des cycles biologiques des espèces**.



Flore

Pour la flore, les impacts bruts du projet sont **modérés** pour la **Saladelle dure**, avec une station de 75 à 100 individus détruite, et très faibles pour la **Canne de Ravenne**, avec la destruction d'une station d'un individu connu à ce jour.



Invertébrés

Impacts bruts modérés sur le **Sphinx de l'Argousier** et **faibles** sur le **Criquet des dunes**, l'**Ædipode occitane**, le **Caloptène occitan**, **Anomala ausonia** et la **Decticelle à serpe**.

En **phase de fonctionnement**, **des impacts bruts faibles** sont pressentis sur l'ensemble de ces espèces, plutôt mobiles par écrasement d'individus (circulation routière) et avec l'entretien des espaces OLD.



Amphibiens

Le projet provoquera en phase chantier de la destruction et de l'altération à la fois d'habitat de reproduction et de phase terrestre, ainsi que de la destruction d'individus, tous stades confondus (imagos, têtards, pontes). Au regard des surfaces et effectifs concernés, **l'impact brut en phase chantier est jugé fort pour le Pélodyte ponctué**, dont les populations à l'échelle de zone d'étude ont déjà été nettement fragilisées par les différents aménagements industriels dans le golfe de Fos-sur-Mer, et **modéré sur le reste du cortège batrachologique local (Grenouille du complexe Pérez/Graf, Crapaud calamite, Rainette méridionale)**. En phase de fonctionnement, **l'impact brut est jugé très faible pour l'ensemble des espèces d'amphibiens**, et concerne le risque d'écrasement sur les voies de circulation.



Reptiles

Concernant les **reptiles**, le projet provoquera en phase chantier de la destruction et de l'altération d'habitat d'espèce, ainsi que de la destruction d'individus. Au regard des surfaces et effectifs concernés, **l'impact brut en phase chantier est jugé modéré pour la Coronelle girondine, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier, la Couleuvre vipérine et la Couleuvre helvétique et faible pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie**. En phase de fonctionnement, le projet induira un risque de destruction sur les voies de circulation ainsi que lors de l'entretien des OLD. **L'impact brut en phase de fonctionnement est donc jugé faible pour la Coronelle girondine, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier, la Couleuvre vipérine et la Couleuvre helvétique, et très faible pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie**, pour lesquels le risque de destruction est plus limité que pour les couleuvres.



Oiseaux

Concernant les **oiseaux**, les impacts les plus importants concernent les quatorze espèces d'oiseaux jugées nicheuses au sein et à proximité immédiate de l'emprise du projet. **Ils sont jugés modérés pour le Rollier d'Europe, l'Œdicnème criard, la Huppe fasciée, l'Effraie des clochers, le Tadorne de Belon, le Coucou geai, le Petit-duc scops, le Cochevis huppé, le Faucon hobereau, la Cisticole des joncs, le Buse variable, le Pic épeichette, le Verdier d'Europe, l'Epervier d'Europe et le Milan noir** en raison d'une destruction d'habitat d'espèce (alimentation et nidification), par une possible destruction directe et/ou indirecte d'individus et par les dérangements inhérents aux phases chantiers et exploitation ;

Les autres espèces devraient subir des impacts faibles à très faibles en raison de la destruction d'habitats d'alimentation.



Mammifères (hors chiroptères)

Concernant les **mammifères terrestres**, la mise en œuvre du projet entraînera des **impacts bruts modérés** pour le **Putois d'Europe, le Lapin de garenne, le Hérisson d'Europe, le Campagnol provençal et la Crocidure des jardins** durant la phase de chantier. Pour l'**Écureuil roux** et le **Rat des moissons**, les **impacts bruts sont jugés faibles**.



Chiroptères

Concernant les **chiroptères**, les espèces arboricoles subiront des impacts bruts **modérés** en phase de travaux, au vu du risque de destruction d'individus, de la perte d'habitat de gîte (22 arbres gîtes potentiels en emprise + OLD) et de la destruction/ altération d'habitats d'alimentation et de transit .Les espèces anthropophiles qui vont subir un dérangement d'individus en gîte en plus de la perte et l'altération d'habitat de chasse et de transit subiront des impacts bruts jugés **faibles** en phase de chantier. Les autres espèces non susceptibles de se trouver en gîte dans la zone d'emprise subiront des impacts bruts **très faibles**. En phase de fonctionnement, l'ensemble des espèces non lucifuges de la zone d'étude subiront des impacts **très faibles** et les espèces lucifuges subiront un impact **faible**.

➤ Mesures d'évitement et de réduction

12 mesures de réduction d'impacts ont été proposées :

Type de mesure	Intitulé de la mesure
Réduction	Mesure R1 : Adaptation du calendrier de démarrage des travaux en fonction de la phénologie des espèces (automne)
	Mesure R2 : Défavorabilisation écologique en faveur de l'herpétofaune et des mammifères terrestres
	Mesure R3 : Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux
	Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière
	Mesure R5 : Adaptation de la clôture à la présence de la faune
	Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD
	Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels
	Mesure R8 : Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique
	Mesure R9 : Adaptation des pratiques lors du défrichement



Type de mesure	Intitulé de la mesure
	Mesure R10 : Limitation des emprises travaux
	Mesure R11 : Gestion écologique des OLD
	Mesure R12 : Plantation de linéaires et petits bosquets à Argousiers
	Mesure R13 : Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes

➤ **Impacts résiduels du projet (après application des mesures d'évitement et de réduction)**



Habitats naturels

Les impacts résiduels du projet sont jugés de modérés à nuls sur l'ensemble des habitats à l'analyse.



Flore

Les impacts résiduels du projet sont jugés de modérés à nuls sur toutes les espèces à l'analyse.



Insectes

Les impacts résiduels du projet sont jugés de faibles à nuls sur les espèces à l'analyse.



Amphibiens

Les impacts résiduels du projet sont évalués à modéré pour le Pélodyte ponctué et faible pour le reste du cortège (Grenouille du complexe Pérez/Graf, Crapaud calamite, Rainette méridionale).



Reptiles

Les impacts résiduels du projet sont évalués à faible pour les couleuvres et très faible pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie.



Oiseaux

Les impacts résiduels du projet sont jugés de faibles à nuls sur toutes les espèces à l'analyse.



Mammifères terrestres

Les impacts résiduels du projet sont jugés de faibles à négligeables sur toutes les espèces à l'analyse.



Chiroptères

Les impacts résiduels du projet sont jugés de faibles à nuls sur toutes les espèces à l'analyse.

➤ **Mesures de compensation**

7 mesures compensatoires pour les zones humides et 5 mesures compensatoires pour les espèces protégées sont proposées :

Type de mesure	Intitulé de la mesure
Compensation Zones humides sur la parcelle A	Mesure C1 : Traitement du Baccharis (Baccharis halimifolia) et autres EVEC présentes sur les parcelles
	Mesure C2 : Suppression partielle du remblai salé
	Mesure C3 : Conservation d'îlots surélevés



Type de mesure	Intitulé de la mesure
Compensation Zones humides parcelles étang de l'oiseau et Bras mort/Relais	Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers
	Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau
	Mesure C6 : Creusement de dépressions pour le cortège local d'amphibiens
Compensation espèces protégées parcelles étang de l'oiseau et Bras mort/Relais	Mesure C7 : Mise en place de gîtes arboricoles favorables aux chiroptères arboricoles (Noctule de Leisler, Pipistrelle de Khul) et de nichoirs pour les oiseaux cavicoles (Roulier d'Europe, Huppe fasciée, Petit-duc scops)
Compensation liée aux espèces protégées	Mesure C8 : Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)
Compensation espèces protégées parcelle zone projet	Mesure C9 : Plantation d'Argousier dans la zone ICPE hors emprises

➤ Mesures d'accompagnement et suivi

Deux mesures d'accompagnement et 5 mesures de suivis sont proposées :

Type de mesure	Intitulé de la mesure
Autres mesures	Mesure A1 : Création de gîtes artificiels pour le Hérisson d'Europe
	Mesure A2 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité nord-est et zone projet)
Suivis	Suivi Sa1 : Veille écologique dans la zone projet et compensatoire de tous les compartiments concernés par le projet
	Suivi Sb1 : Suivi des mesures C1 à C3 et C5 à C6
	Suivi Sb2 : Suivi de la mesure C4, C7, C8, C9

❖ Conclusion :

Cette étude a permis de démontrer que les trois conditions pour qu'une dérogation au titre de l'article L.411-2 du Code de l'Environnement soit délivrée sont respectées.

En effet, Marcegaglia a démontré la notion d'**intérêt public majeur national** du projet Mistral. La réflexion relative au choix d'une **alternative** mais surtout de la recherche d'une **zone d'emprise de moindre impact écologique** a été aussi bien développée.

Enfin, concernant **l'atteinte à l'état de conservation** des espèces concernées par la démarche dérogatoire, nous pouvons considérer que, sous réserve de la bonne application des mesures de réduction d'impact et de l'apport des mesures de compensation, **le projet ne nuira pas au maintien des espèces concernées et de leurs habitats dans un état de conservation favorable au sein de leur aire de répartition naturelle.**



Préambule

Dans le cadre du projet de modernisation et de développement de l'outil industriel de l'aciérie Marcegaglia (projet Mistral), situé sur la commune de Fos-sur-Mer dans le département des Bouches-du-Rhône (13), le pétitionnaire, la société Marcegaglia, a missionné le bureau d'études en environnement naturel ECO-MED (ECOLOGUES et MÉDIATEURS) afin de réaliser :

- le Volet Naturel de l'Etude d'Impacts (VNEI) ;
- le dossier de demande de Dérogation à la Destruction d'Espèces Protégées (DDEP), ou dossier de saisine du CNPN.

ECO-MED a mis en place une méthodologie adaptée aux contraintes calendaires du pétitionnaire. Ainsi, le socle du travail de récolte de données naturalistes repose sur les inventaires effectués :

- pour Marcegaglia (projet Mistral) par le bureau d'études (BE) Evinerude, en 2025 et par ECOMED en 2026 (mars à juillet) ;
- et pour Gravithy par le BE Naturalia, en 2024.

Ce travail de terrain a été complété par une analyse bibliographique des données naturalistes réalisées sur le rôle central :

- pour Ascofields par le BE Naturalia en 2019-2021 ;
- pour Elyse Energy, pour Natran, pour le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), pour CARBON, études réalisées par le bureau d'études ECO-MED entre 2020 et 2024.

Ainsi, la méthodologie employée a permis d'identifier le contexte environnemental lié aux périmètres à statut (réglementaire et d'inventaire), les principaux enjeux écologiques avérés et pressentis (basés sur l'analyse du patrimoine naturel avéré et potentiel) et les principales fonctionnalités écologiques.

Le travail de terrain d'ECO-MED a été effectué entre mars et début juillet pour chaque groupe biologique présentant des enjeux de conservation, permettant l'inventaire des espèces vanales précoces et d'une partie des espèces estivales ainsi que l'analyse de la fonctionnalité écologique de la zone d'étude pour chaque espèce avérée ou potentielle.

La loi du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature, a fixé les principes et les objectifs de la politique nationale en matière de protection de la faune et de la flore sauvages. Ces principes sont retranscrits dans les articles L.411-1 et 2 du Code de l'Environnement qui prévoient, notamment, l'établissement de listes d'espèces protégées fixées par arrêtés ministériels.

En règle générale, ces différents arrêtés (faune et flore) interdisent : l'atteinte aux spécimens (destruction, capture, mutilation, etc.), leur perturbation intentionnelle, la dégradation de leurs habitats, leur détention ainsi que leur transport, etc.

Le Code de l'Environnement, en son article L.411-2 (Modifié par LOI n°2016-1087 du 8 août 2016), introduit la possibilité de déroger à cette protection des espèces. Ce champ des dérogations à la loi sur la protection de la nature est strictement encadré au travers notamment de l'Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L.411-2 du Code de l'Environnement.

Trois conditions doivent être réunies pour qu'une dérogation puisse être délivrée :

- que l'on se situe dans le cas (c) de l'article L411-2 du Code de l'Environnement :
« Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement » ;
- qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante ayant un impact moindre (localisation du projet, variantes du projet, mesures d'évitement et de réduction, choix des méthodes, etc.) ;



- que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

Ainsi, malgré les mesures d'atténuation prises pour limiter les impacts du projet Mistral, des impacts résiduels significatifs (destruction d'individus et/ou d'habitats d'espèce notamment) persistent sur un certain nombre d'espèces protégées.

Le projet industriel Mistral nécessite donc la réalisation d'un Dossier de Dérogation Espèces Protégées (DDEP).

Dans le cadre de la procédure d'instruction unique, les deux volets relatifs à la réglementation nationale ont été regroupés dans le même document :

- Ce document consiste en le **volet naturel de l'étude d'impact** (VNEI), conforme au décret 2011-2019 du 29 décembre 2011, décret en application de la loi Grenelle 2 du 10 juillet 2010 en vigueur depuis le 1^{er} juin 2012.
- La loi du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature, a fixé les principes et les objectifs de la politique nationale en matière de protection de la faune et de la flore sauvages. Ces principes sont retranscrits dans les articles L.411-1 et 2 du Code de l'Environnement qui prévoient, notamment, l'établissement de listes d'espèces protégées fixées par arrêtés ministériels. Le Code de l'Environnement, en son article L.411-2, introduit la possibilité de déroger à cette protection des espèces. Ce champ des dérogations à la loi sur la protection de la nature est strictement encadré au travers notamment de l'Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4^e de l'article L.411-2 du Code de l'Environnement. Le présent dossier contient donc une partie relative à la **demande de dérogation à la législation sur les espèces protégées** portant sur la demande de dérogation aux interdictions de dérangement et de destruction d'habitats d'espèces et d'individus d'espèces animales et végétales protégées.

Une équipe de douze expert.e.s a été mobilisée sous la coordination de Livia VALLEJO. Les compartiments suivants ont été étudiés :

- les habitats naturels et la flore par Guillaume COUENON, expert en botanique méditerranéenne;
- les zones humides par Chloé CORRE et Basile NOLLEAU, experts en zones humides ;
- les invertébrés par Livia VALLEJO, expert en entomologie ;
- les reptiles et amphibiens par Vincent HALLOT et Elisa LEPLAT, experts en herpétologie ;
- les oiseaux par Virginie GAILLY, experte en ornithologie ;
- les mammifères terrestres par Léo SERANNE et Achille BERTOIS, experts en mammalogie
- les chiroptères par Carla LEON et Mélissa HADDAD, expertes en mammalogie ;

Les cartographies ont été réalisées par Nicolas DENMAT expert géomaticien.

L'étude a été encadrée par Livia VALLEJO, chargée d'études et par Julien VIGLIONE, directeur d'études.



PARTIE 1 : DONNEES ET METHODES



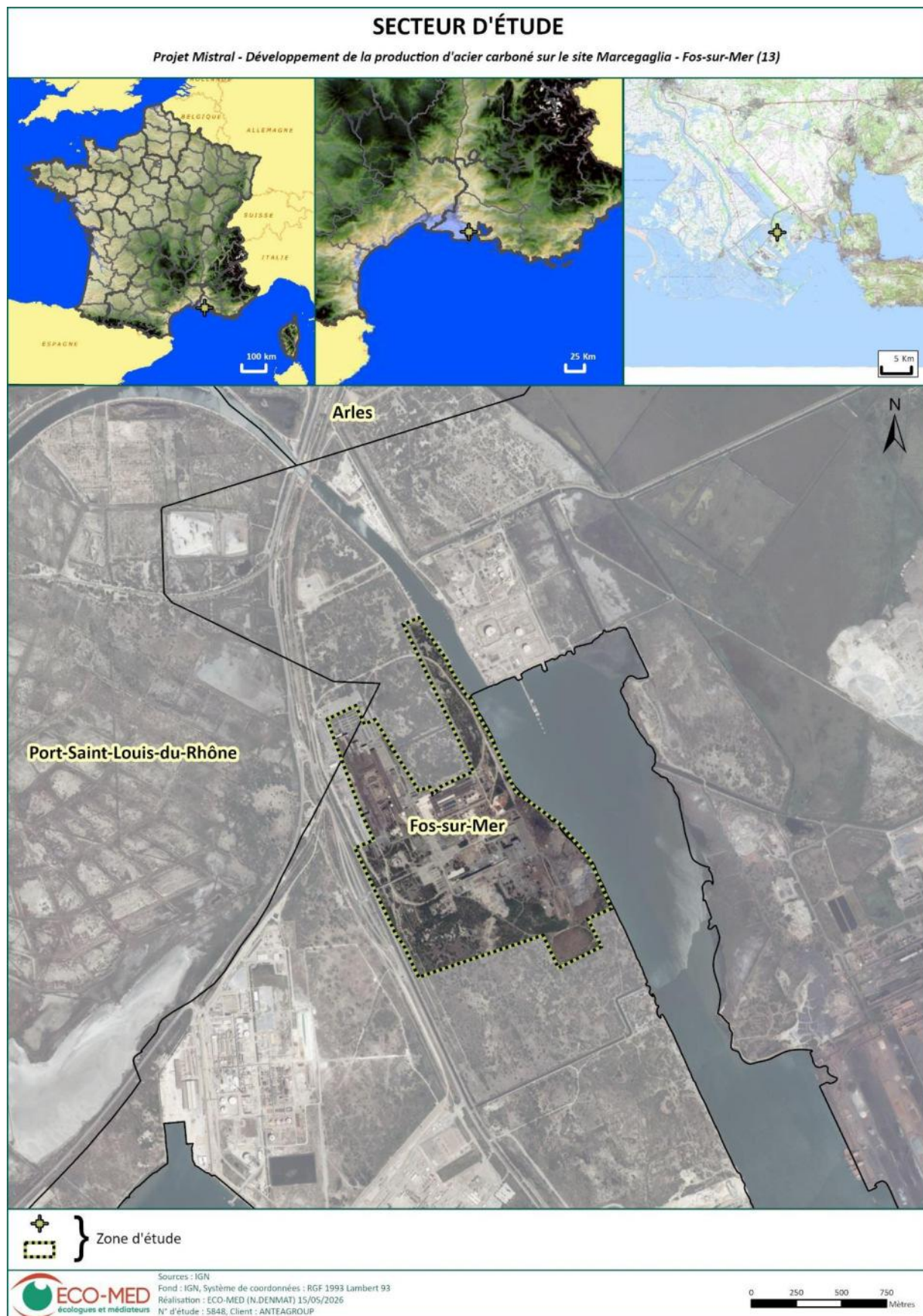
1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. Localisation et environnement naturel

Contexte administratif		
Région de Provence-Alpes-Côte d’Azur	Département des Bouches-du-Rhône	Communes de Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône
Métropole d’Aix-Marseille Provence		
Contexte environnemental		
Topographie : Plaine littorale	Altitude moyenne : 2 mètres	
Hydrographie : Rhône à 5,5 km	Bassin versant : mer Méditerranée (situation littorale)	
Contexte géologique : Sables d’anciens cordons littoraux, sables limoneux, vases des étangs		
Étage altitudinal : Méso-méditerranéen		
Petite région naturelle : Golfe de Fos		
Aménagements urbains à proximité		
Aménagements :	Entre les Darses n°1 et n°2 du Grand Port Maritime de Marseille Usine incluse dans la partie nord – périmètre ICPE inclus Route D268 – attenante au linéaire d’étude à l’ouest Réseau ferré attenant à l’ouest	
Zones urbaines les plus proches :	Zone industrialo-portuaire de Fos - Inclus Centre urbain de Fos-sur-Mer - 6 km à l’est Centre urbain de Port-Saint-Louis-du-Rhône – 6 km à l’ouest	

La zone d'étude retenue pour les bio-évaluations des experts naturalistes se trouve essentiellement sur la commune de Fos-sur-Mer, en bordure de la mer Méditerranée au niveau du Golfe de Fos. Elle couvre une surface de près de 66 ha de zones naturelles, de zones naturelles très dégradées et d'infrastructures industrielles (bâtiments industriels, voiries, voies ferrées internes, ligne haute-tension (HT) interne, zone de stockage de matériaux de production et de déchets inertes et non inertes).

La zone d'étude élargie s'étend sur 135 ha, incluant l'ensemble de l'usine et du périmètre ICPE. La zone d'étude rapprochée, elle, est explicitée ci-après (§1.3) et s'étale sur 77 ha, 67 ha pour la partie sud, 10 ha pour la partie nord (cf. cartes 1 et 2).



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude et du secteur global d'étude (contexte)



1.2. Description succincte du projet

Le projet à l'étude est la modernisation de l'outil industriel actuel (aciérie) et son extension.

Le Maître d'ouvrage de l'usine est MARCEGAGLIA.

Le projet MISTRAL sera présenté de manière détaillée en début de partie 3 « Evaluation des impacts bruts ».

1.3. Différentes aires d'étude

Les experts ont élargi leurs prospections au-delà des limites strictes de l'emprise du projet MISTRAL, en cohérence avec les fonctionnalités écologiques identifiées. Plusieurs termes doivent ainsi être définis :

- **Zone d'emprise du projet** : la zone d'emprise du projet se définit par rapport aux limites strictes du projet (limites physiques d'emprise projetées incluant la phase de chantier et les accès) ;
- **Zone d'étude** : correspond à la zone minimale prospectée par les experts, il s'agit *a minima* du périmètre ICPE de Marcegaglia. A partir de là, il y a ainsi autant de zones d'étude que de groupes biologiques étudiés. En effet, chaque zone d'étude est définie au regard des fonctionnalités écologiques du groupe biologique étudié ;
- **Zone d'étude élargie** : correspond à la zone d'étude agrandie pour certains compartiments biologiques à large rayon de déplacement (chiroptères, oiseaux) et incluant ici, *a minima*, l'ensemble de l'usine en activité.

Avertissement :

Pour clarifier sur cette étude, la zone d'étude prise en compte pour l'étude écologique de MARCEGAGLIA est donc *a minima* le périmètre ICPE total, en adéquation avec les recommandations des différents guides méthodologiques. Toutefois, la zone au nord-est de l'usine en bordure de darse (cf. cartes 1 et 2) faisant partie intégrante du projet à sa conception, a été prise en compte dans l'analyse au même titre que la zone du projet dans son plan de masse finalisé. Cette zone au nord-est, qui ne fait *in fine* pas l'objet d'un aménagement, a été conservée dans l'état initial afin de pouvoir replacer dans un contexte plus large les enjeux liés à certaines espèces. Il est toutefois précisé ici que cette zone qui a été présentée dans l'état initial n'a pas fait l'objet de l'analyse des impacts, cette analyse d'impact n'ayant été réalisée qu'au niveau des emprises strictes du projet (plan de masse final du projet MISTRAL).



Carte 2 : Délimitation de la zone d'étude (sans les emprises des projets)

1.4. Schéma Directeur du Patrimoine Naturel du GPM (source : GPM)

Le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) du Grand Port Maritime de Marseille est un document de planification stratégique visant à définir les objectifs et les principes de gestion du patrimoine naturel au sein du port de Marseille. Il vise à concilier le développement économique du port avec la préservation et la valorisation de son environnement naturel.

Le périmètre d'étude du SDPN s'étend aux limites administratives de la circonscription des bassins ouest du GPM représentant : 10 000 ha de milieux continentaux et 10 000 ha de milieux marins.



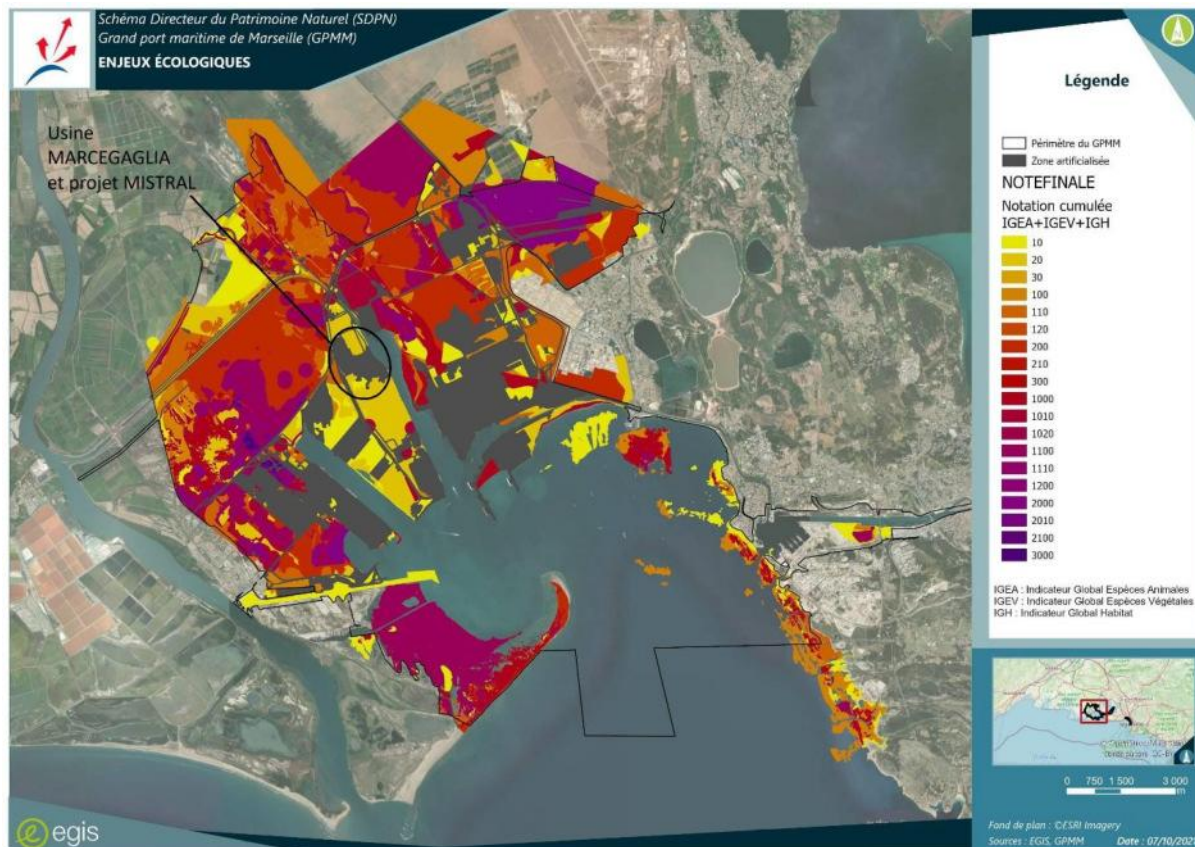
Carte 3 : Circonscription des bassins ouest du GPM (source : GPM)

➤ **Préserver la biodiversité et contribuer au maintien de l'écologie dans le périmètre de la ZIP de Fos-sur-Mer du GPM :**

L'objectif principal est de limiter les impacts négatifs des activités portuaires et de l'aménagement de son territoire sur les habitats, la faune et la flore locales ainsi que sur les fonctionnalités écologiques par :

- L'évitement des enjeux écologiques le plus forts
- La préservation des continuums et des fonctionnalités des corridors écologiques de la ZIP
- Le maintien des trames vertes et bleues au sein de la zone aménageable pour connecter les zones évitées de projet aux grands ensembles naturels préservés

Pour ce faire, le SDPN a produit une cartographie des enjeux de biodiversité à l'échelle de la ZIP.



Carte 4 : Hiérarchisation des enjeux biodiversité sur la ZIP et localisation du projet Mistral (source : GPM)

Le projet Mistral-MARCEGAGLIA s'inscrit au sein d'une zone identifiée dans le SDPN comme présentant globalement des enjeux écologiques faibles à très faible, la parcelle concernée par le projet présentant une cotation de 10 (jaune) et 20 (orange clair) sur une échelle allant de 10 à 3 000.

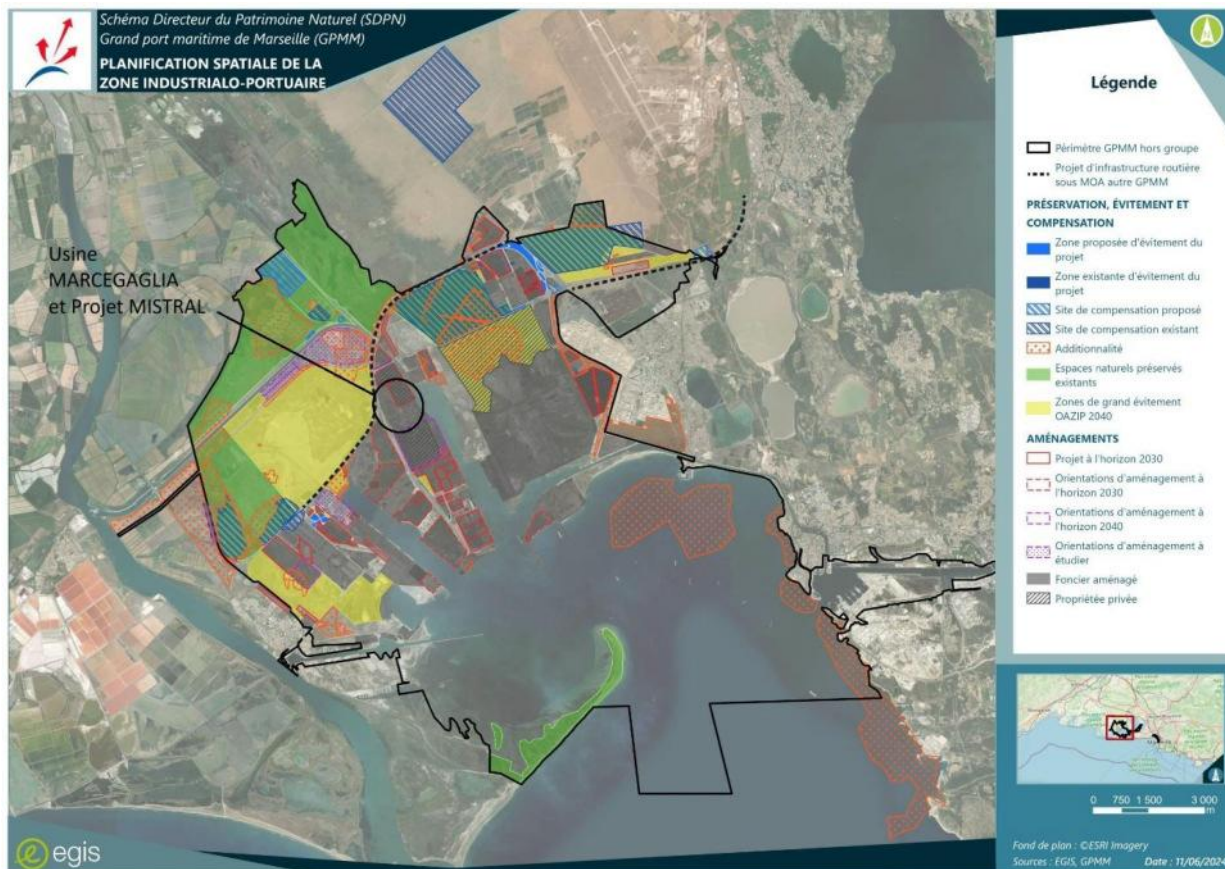
➤ **Permettre le développement durable de la ZIP :**

Le SDPN contribue au développement économique du territoire en assurant la compatibilité des activités portuaires et des OAZIP avec les enjeux environnementaux de la région. Pilier vert de la construction des OAZIP, le SDPN a permis l'intégration des considérations environnementales dès la phase de planification des projets portuaires, en cherchant des synergies entre les objectifs économiques et environnementaux.

Les principes mis en œuvre pour l'élaboration des OAZIP ont été les suivants :

- Réaménagement des zones déjà artificialisées (reconstruction du port sur le port) ;
- Aménagement des dents creuses (zones interstitielles localisées au sein de zones déjà artificialisées) ;
- Aménagement des secteurs de moindre enjeu à l'échelle de la ZIP (Môle central) ;
- Maintien des continuités écologique pour éviter de créer des pièges écologiques et isolats.

La démarche itérative et les concertations associées ont abouti au positionnement des à-plats à aménager de l'OAZIP selon la carte d'enjeux et la carte des fonctionnalités écologiques ci-après.



Carte 5 : Planification spatiale de la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Fos et localisation du projet Mistral (source : GPMM).

Le projet MISTRAL s'insère donc dans une zone (le môle central) définie dans le scénario d'aménagement de la ZIP et sur laquelle aucune grande fonctionnalité écologique n'est identifiée au sein du SDPN (cf. carte ci-après). Il est situé dans un secteur cloisonné et isolé par de grands aménagements (darse 1 et darse 2, route RD268, canal de navigation de Fos au Rhône).



Carte 6 : Fonctionnalités écologiques au sein de la ZIP de Fos et localisation du projet Mistral (source : GPMM)



2. METHODE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE

2.1. Recueil préliminaire d'informations

La liste des ressources bibliographiques figure en fin de rapport (§ « Bibliographie »), il est toutefois possible de rappeler brièvement les principales sources et consultations ayant constitué la base de ce travail :

Tableau 1. Structures consultées

Structures	Date de la demande / consultation	Objet de la consultation	Résultats de la demande
ECO-MED 	01/03/2026	Base de données interne	Données naturalistes à proximité de la zone d'étude
Naturalia -	01/03/2026	Etude biodiversité pour Ascofields	Données naturalistes dans et à proximité de la zone d'étude
DREAL PACA 	Octobre 2023	Carte d'alerte chiroptère	Cartographie communale par espèce
MTES 	01/03/2026	MTES (ministère de la Transition écologique et solidaire) Système d'information du développement durable de l'environnement www.side.developpement-durable.gouv.fr/	DOCOB en ligne
SILENE 	01/03/2026	Base de Données Silène Faune et flore https://expert.silene.eu	Liste d'espèces faune par commune
LPO PACA 	01/03/2026	Base de données en ligne Faune-PACA : www.faune-paca.org	Données ornithologiques, batrachologiques, herpétologiques et entomologiques
INPN 	01/03/2026	Fiches officielles des périmètres d'inventaire ou à statut FSD transmises par la France à la commission européenne (site internet du Muséum national d'Histoire naturelle : http://inpn.mnhn.fr)	Listes d'habitats, d'espèces faune et flore des sites ZNIEFF, ZSC, ZPS et ZICO
InfoTerre 	01/03/2026	Base de données en ligne http://infoterre.brgm.fr	Contexte géologique
Géoportail 	01/03/2026	Base de données en ligne https://www.geoportail.gouv.fr/carte	Carte des sols
Géorisques 	01/03/2026	Base de données en ligne https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/	Inondations par remontée de nappes



Structures		Date de la demande / consultation	Objet de la consultation	Résultats de la demande
BD Topage		01/03/2026	Base de données téléchargeable https://data.gouv.fr/	Réseaux hydrographiques
Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides		01/05/2026	Base de données en ligne http://sig.reseau-zones-humides.org/	Prélocalisation des zones humides (2023)

2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut

La zone d'étude est partiellement incluse dans :

- 1 périmètre d'inventaires.

La zone d'étude est située à proximité de :

- 1 site inscrit,
- 2 APPB,
- 6 périmètres Natura 2000,
- 1 site RAMSAR,
- 1 Réserve de Biosphère,
- 1 Parc naturel régional,
- 5 périmètres d'inventaires.

N.B. : les fiches de présentation des différents périmètres présentés ci-après sont disponibles sur le site temporaire de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : <https://www.patrinat.fr/fr/page-temporaire-de-telechargement-des-referentiels-de-donnees-lies-linpn-7353>

Dans les tableaux suivants, une colonne présente le « lien écologique » entre le périmètre à statut et la zone à l'étude. Ce lien écologique est évalué sur la simple analyse, à dire d'expert, des listes d'espèces et d'habitats présents dans les périmètres à statuts présentés, et de l'interaction que peuvent avoir ces habitats et espèces avec ceux présents dans la zone à l'étude. Sont pris en compte ici dans cette analyse les critères suivants (non exhaustifs) :

- la proximité géographique,
- la présence d'habitats similaires,
- la capacité de dispersion des espèces.

Ainsi, un lien écologique fort pourra être évalué pour des périmètres à statuts très proches de la zone du projet, et pour lesquels des habitats ou des espèces identiques pourraient être présents dans la zone à l'étude. *A contrario*, un lien écologique très faible ou nul peut être évalué pour des périmètres très éloignés ou concernant des habitats ou des espèces d'écologies très différentes.

2.2.1. Périmètres réglementaires

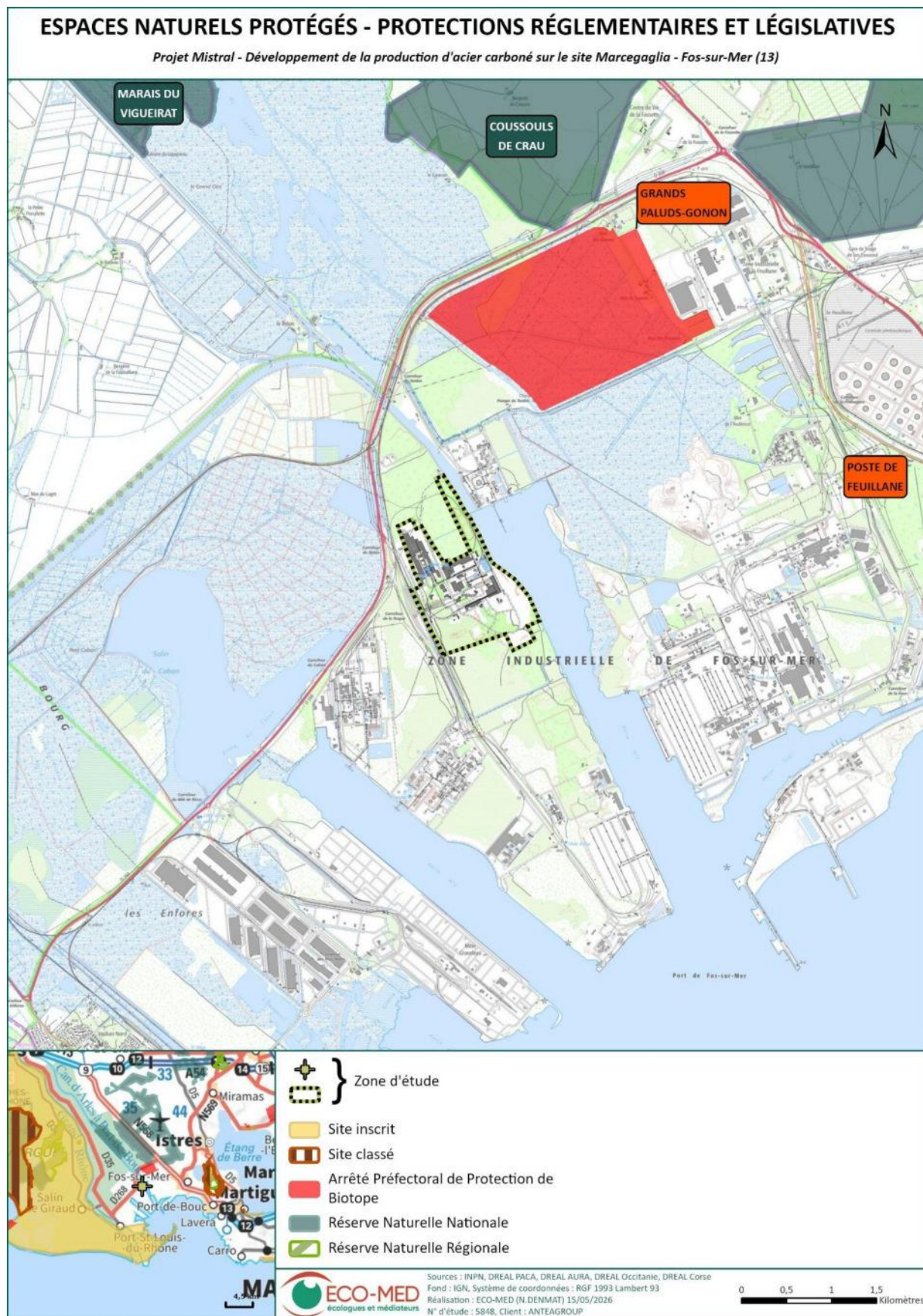
Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires



Partie 1 : Données et méthodes

Type	Nom du site	Espèce(s) concernée(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
Site Inscrit	Ensemble formé par la Camargue	-	6 km	Nul à moyen Milieux en partie similaire, mais distance conséquente pour les espèces peu ou pas mobiles
APPB	Grands Paluds –Gonon	21 espèces végétales 3 espèces d'invertébré 5 espèces d'amphibien 2 espèces de reptile	1,3 km au nord-est	Très faible Distance importante (espèces concernées peu mobiles) et milieux différents
	Poste de Feuillane	2 espèces végétales	4 km à l'est	Nul Espèces végétales uniquement
RNN	FR3600152 « Coussouls De Crau »	123 espèces végétales 6 espèces d'invertébré 2 espèces d'amphibien 3 espèces de reptile 219 espèces d'oiseau 8 espèces de mammifère	3 km au nord-est	Faible Milieux de typologies différentes séparés par une distance conséquente et de grande discontinuités écologiques
	FR3600175 « Marais du Vigueirat »	36 espèces végétales 135 espèces d'invertébré 1 espèce d'amphibien 4 espèces de reptile 135 espèces d'oiseau 5 espèces de mammifère	5 km au nord	Faible Milieux en partie similaires mais séparés par une distance conséquente et de grande discontinuités écologiques

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, RNN : Réserve Naturelle Nationale



Carte 7 : Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives

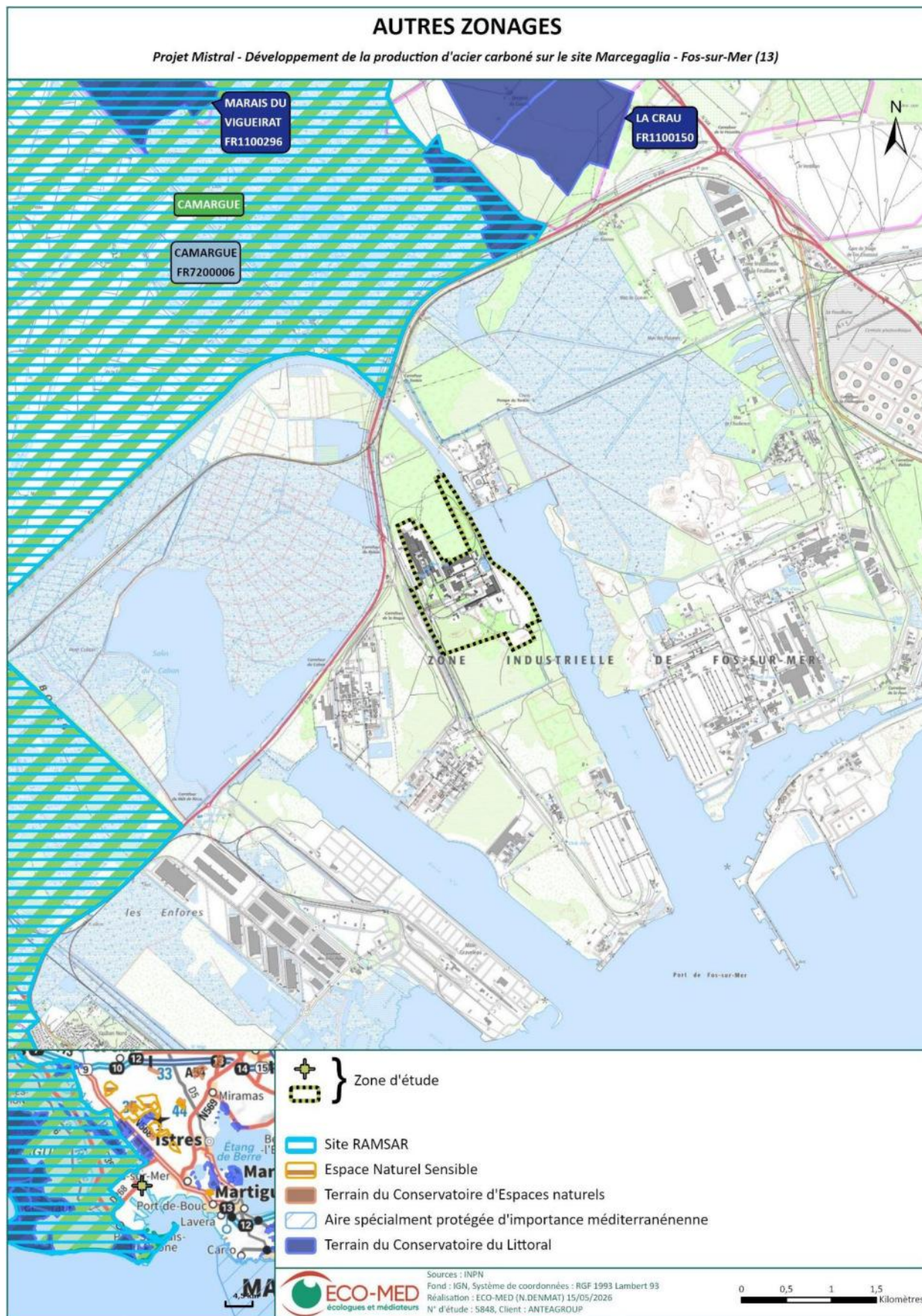


2.2.2. Autres périmètres de gestion concertée

Tableau 3. Synthèse des périmètres de gestion concertée

Nom du site	Type	Distance avec le projet	Lien écologique
« Camargue »	FR8000011 PNR	Attenants à la zone d'étude	Modéré Grande entité fonctionnelle située à proximité et avec laquelle les échanges sont effectifs
	FR6500003 Réserve de Biosphère		
	FR7200006 Site RAMSAR		
FR1100150 « La Crau »	TCL	2,0 km au nord-est	Faible Milieux de typologies différentes séparés par de grande discontinuités écologiques
FR1100296 « Marais du Vigueirat »		3,6 km au nord	

PNR : Parc Naturel Régional / TCL : Terrain du Conservatoire du Littoral



Carte 8 : Autres zonages



2.2.3. Périmètres Natura 2000

Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000

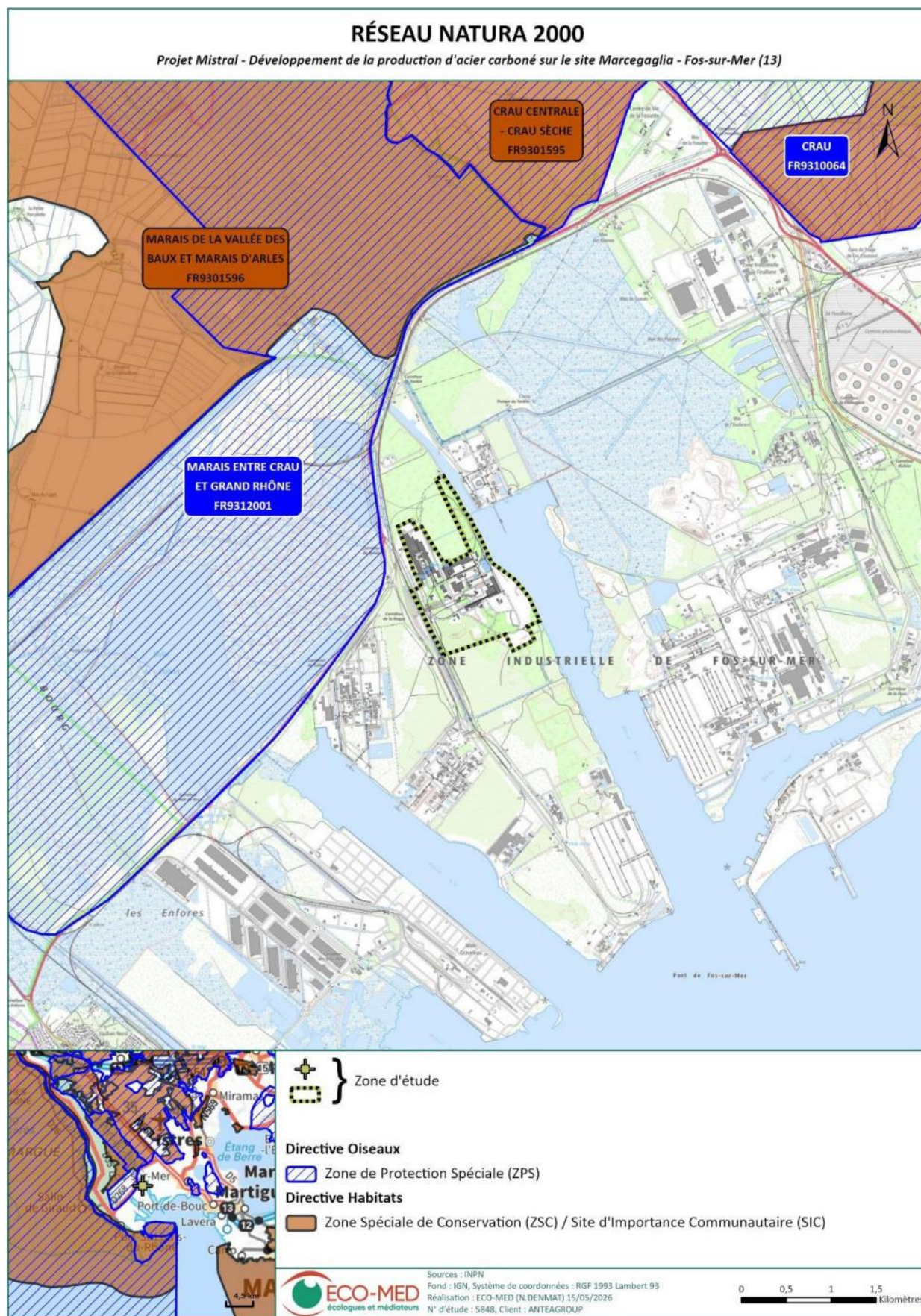
Type	Nom du site	Habitat(s) et espèce(s) Natura 2000	Distance avec le projet	Lien écologique
ZSC	FR9301596 « MARAIS DE LA VALLÉE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES »	Chiroptères, reptiles, poissons, invertébrés, <u>Habitats</u> : parcours substeppiques de graminées et annuelles des Thero-Brachypodietea, Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i> , prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>), Forêts-galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i> , Forêts à <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus rotundifolia</i> , etc.	2 km au nord	Modéré Lien fonctionnel possible : dispersion entre les deux sites possibles en raison de la présence de peu de barrières géographiques et d'habitats en partie similaires
	FR9301595 « CRAU CENTRALE - CRAU SÈCHE »	Chiroptères, reptiles, poissons, invertébrés, <u>Habitats</u> : mares temporaires méditerranéennes, parcours substeppiques de graminées et annuelles des Thero- Brachypodietea, Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i> , prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>), Forêts- galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i> , Forêts à <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus rotundifolia</i>	5 km à l'est	Faible Continuité écologique fonctionnelle possible pour les chiroptères uniquement : importantes barrières physiques et habitats naturels différents Possibilité de dispersion entre les deux sites uniquement pour les espèces à grandes capacités de dispersion (chiroptères).
	FR9301590 « LE RHONE AVAL »	24 habitats 9 espèces de mammifères 8 espèces de poissons 6 espèces d'invertébrés 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile	8,5 km à l'ouest	Nul à faible Lien fonctionnel possible pour les espèces à grande capacité de dispersion (chiroptères)
	FR9301592 « CAMARGUE »	26 habitats naturels 8 espèces de mammifères 1 espèce de reptiles 5 espèces de poissons 3 espèces d'invertébrés	9 km à l'ouest	Faible Lien fonctionnel pour les espèces à grande capacité de dispersion (chiroptères)
ZPS	FR9312001 « MARAI ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »	Milan noir, Milan royal, Mouette mélanocephale, Pie-grièche écorcheur, Circaète Jean-le-Blanc	< à 200 m à l'ouest	Fort Lien fonctionnel possible : peu de barrières physiques, habitats en partie similaires
	FR9310019 « CAMARGUE »	91 espèces CDO1 81 espèces EMR	9 km à l'ouest	Faible Lien fonctionnel possible : selon les espèces et leur capacité de déplacement
	FR9310064 « CRAU »	Circaète Jean-le-Blanc, Héron pourpré, Milan noir, Outarde canepetière, Oedicnème criard, etc.	4 km au nord- est	Modéré Lien écologique marqué : la Zone d'étude = zone de chasse et alimentation : continuité écologique modérée, espèces similaires



Partie 1 : Données et méthodes

ZSC : Zone Spéciale de Conservation / ZPS : Zone de Protection Spéciale

CDH1 : Habitat inscrit à l'annexe I de la directive Habitats / CDH2 : Espèce inscrite à l'annexe II de la directive Habitats / CDO1 : Espèce inscrite à l'annexe I de la directive Oiseaux / EMR : Espèce migratrice régulière





2.2.4. Périmètres d'inventaires

Les ZNIEFF sont des espaces répertoriés pour la richesse de leur patrimoine naturel. Il en existe deux types :

- Les **ZNIEFF de type I** : ensemble de quelques mètres carrés à quelques milliers d'hectares constitués d'espaces remarquables : présence d'espèces rares ou menacées, de milieux relictuels, de diversité d'écosystèmes.
- Les **ZNIEFF de type II** : ensemble pouvant atteindre quelques dizaines de milliers d'hectares correspondant à de grands ensembles naturels peu modifiés, riches de potentialités biologiques et présentant souvent un intérêt paysager.

Tableau 5. Synthèse des ZNIEFF

Type	Nom du site	Espèce(s) déterminante(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
ZNIEFF de type I	930020505 « Salins du caban »	8 habitats naturels 17 espèces végétales 1 espèce d'invertébré 2 espèces d'amphibien 4 espèces d'oiseau	Zone d'étude attenante à l'ouest	Fort Site en continuité avec la zone d'étude, qui peut être utilisée par certaines espèces déterminantes
	« Dépression du Vigueirat – Marais des Costières de Crau »	18 habitats naturels 61 espèces végétales 19 espèces d'invertébré 2 espèces de reptile 1 espèce d'amphibien 22 espèces d'oiseau 2 espèces de mammifère	A 1 km au nord	Modéré Milieux de typologies en partie similaires en continuité avec la zone d'étude fortement dégradée pour les espèces à faible capacité de déplacement
	930012418 « Marais de L'Audience – les Grands Paluds »	5 habitats naturels 45 espèces végétales 3 espèces d'insecte 1 espèce d'amphibien 2 espèces de reptile 6 espèces d'oiseau	1,2 km à l'est	Faible Milieux de typologies différentes séparés par des discontinuités écologiques
	« Crau sèche »	2 habitats naturels 50 espèces végétales 13 espèces d'invertébré 2 espèces de reptile 2 espèces d'amphibien 15 espèces d'oiseau	3 km au nord-est	
ZNIEFF de type II	930020226 « Golf de Fos-sur-Mer »	13 habitats naturels 33 espèces végétales 3 espèces d'insecte 1 espèce d'amphibien 2 espèces de reptile 12 espèces d'oiseau 1 espèce de mammifère	Zone d'étude partiellement incluse au sud et au nord-est	Fort Zone d'étude incluse au périmètre, avec lequel elle partage des fonctionnalités liées aux habitats et espèces déterminants
	930020216 « Grand Plan du Bourg »	2 espèces végétales 1 espèce de reptile 8 espèces d'oiseau	2,4 km au nord-ouest	Faible Milieux de typologies différentes séparés par des discontinuités écologiques
	« Crau »	4 habitats naturels 75 espèces végétales 16 espèces d'invertébré 2 espèces d'amphibiens 18 espèces d'oiseaux	2,6 km au nord-est	



Partie 1 : Données et méthodes

Type	Nom du site	Espèce(s) déterminante(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
		4 espèces de mammifère		



Carte 10 : Zonages d'inventaires écologiques

2.2.5. Périmètres relatifs aux Plans Nationaux d'Actions

La zone d'étude est située dans un secteur géographique d'application de plusieurs Plans Nationaux d'Actions (PNA) :

■ Aigle de Bonelli (source : PNA 2014-2023)



(S. CABOT)

Depuis les années 1960-1970, l'Aigle de Bonelli a connu un déclin régulier en France notamment en limite de son aire de répartition (Ardèche, Vaucluse, Alpes-de-Haute-Provence, Var et Alpes-Maritimes). L'effectif français, estimé à 80 couples au début des années 1960, est tombé à 22 couples en 2002. Depuis, les effectifs nicheurs ont connu une très légère progression, passant à 29 couples en 2005 (ROCAMORA & YEATMAN-BERTHELOT, 1999 ; THIOLLAY, 2006 ; RIEGEL et *al.*, 2006) mais accusant un léger recul dans les années 2006 et 2007, avec 26 couples nicheurs (RIEGEL et *al.*, 2008). En 2015, la population nationale d'Aigle de Bonelli s'élève à 32 couples. Depuis les simples initiatives locales de conservation des années 1970 jusqu'aux deux derniers Plans nationaux d'actions (1999-2004, 2005-2009), la connaissance sur l'espèce s'est beaucoup améliorée, les actions de conservation et de lutte contre les menaces se sont structurées. Malgré ces efforts, l'espèce est encore aujourd'hui classée « en danger » selon la liste rouge nationale de l'UICN et son état

de conservation très précaire en fait l'un des rapaces les plus menacés de France. Ainsi, un nouveau plan national d'actions pour la période 2014-2023 a été instauré afin de consolider la population actuelle et d'assurer sa pérennité.

L'enjeu de ce Plan est de consolider la population actuelle française d'Aigle de Bonelli et d'assurer sa pérennité. Les efforts du PNA seront orientés sur la réduction des menaces et la préservation des habitats avec un effort particulier dans les sites vacants, seuls espaces à même de permettre un développement futur de la population d'Aigle de Bonelli.

Pour cela, 7 objectifs ont été fixés :

1. réduire et prévenir les facteurs de mortalité d'origine anthropique ;
2. préserver, restaurer et améliorer l'habitat ;
3. organiser la surveillance et diminuer les sources de dérangements ;
4. améliorer les connaissances pour mieux gérer et mieux préserver l'Aigle de Bonelli ;
5. favoriser la prise en compte du Plan dans les politiques publiques ;
6. faire connaître l'espèce et le patrimoine local remarquable ;
7. coordonner les actions et favoriser la coopération internationale.

L'essentiel du Plan National d'Action est consultable ici :

http://www.aigledebonelli.fr/sites/default/files/documents/PNA_Aigle_BD.pdf

La zone d'étude est attenante à l'ouest de la zone d'errance de l'Aigle de Bonelli (Plaine de Crau) identifiée dans le cadre du Plan National d'Actions (PNA) 2014-2023 en faveur de l'espèce, qu'elle inclut très partiellement au nord-ouest. Elle est principalement utilisée en hiver par des individus juvéniles pour leurs recherches alimentaires.

■ Faucon crécerellette (source : PNA 2021-2030)



(J.-M. SALLES)

Le Faucon crécerellette est une espèce menacée de disparition classée dans la catégorie « Préoccupation mineure » de la Liste rouge au niveau mondial (BirdLife International, 2018) et dans la catégorie "Vulnérable" au niveau national (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) compte tenu des effectifs peu élevés et de la faible fragmentation de la population française. Après avoir failli disparaître de notre pays au début des années 1980, l'effectif reproducteur se reconstitue progressivement. La population atteint en 2019 l'effectif de 515 couples et nidifie dans 3 secteurs des régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les principales menaces sont la dégradation des habitats d'alimentation autour des colonies existantes (fermeture des habitats, modifications des pratiques agricoles, disparition de l'élevage...), la mortalité d'origine

anthropique (particulièrement sur les parcs éoliens), la faible disponibilité en cavités de nidification pour certaines populations telle que celle de Crau, ainsi que la dégradation des conditions d'hivernage (période de sécheresse en zone sahélienne, utilisation des pesticides...).

Le nouveau PNA FC 2021-2030 vise la croissance de la population française (effectif supérieur à 1000 couples reproducteurs répartis sur 30% de l'aire de référence), en agissant pour le maintien des habitats de nidification et d'alimentation autour des colonies existantes, en favorisant le développement de nouveaux noyaux de population, en améliorant la conservation de l'espèce dans ses quartiers d'hivernage et en développant des réponses adaptées face aux menaces d'origine anthropique.

Autrefois présente dans la plupart des départements du pourtour méditerranéen, l'espèce ne niche actuellement plus que dans 3 sites des régions Occitanie et Provence-Alpes-Côtes d'Azur : en 2019, la population française totalise 515 couples nicheurs répartis en plaine de Crau (220 couples), dans l'Hérault (243 couples) et l'Aude (52 couples).

Depuis 2003, des rassemblements post-nuptiaux de Faucons crécerellettes se forment dans divers départements du sud de la France, du début août à la fin septembre. Ils sont situés au nord des zones de nidification, principalement en région Occitanie dans les départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, du Tarn, de l'Aveyron et de la Lozère.

Pour atteindre l'objectif général du plan, 5 objectifs ont été fixé :

- Favoriser la prise en compte publique du plan d'actions.
- Suivre l'évolution des populations.
- Favoriser le développement des populations.
- Diminuer les risques de mortalités d'origine anthropique.
- Sensibiliser et informer le public.

L'essentiel du Plan National d'Action est consultable ici :

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNA%20Faucon%20Crecerellette_2021-2030.pdf

Cas de la population de la Crau :

La population nidifie dans 2 secteurs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur : les annexes et la plaine de Crau.

La Crau, plaine steppique, est naturellement pauvre en sites de nidification. Les sites traditionnels de nidification en Crau sont les bergeries (cavités situées entre les tuiles et les murs) et les tas de pierres utilisés partir de la fin des années 80 et qui ont permis l'installation de véritables colonies. Les menaces qui pèsent sur ces habitats sont respectivement la compétitivité interspécifique avec le Choucas de tours, du fait de sa taille similaire, de son abondance, de son gréganisme et de sa sédentarité et le taux de prédation dans les colonies au sol par certains reptiles (couleuvres) et mammifères (putois et renard).



On constate que les effectifs ont fortement augmenté et que l'espèce a élargi sa répartition en Crau grâce à la colonisation de sites de nidification aménagés. En effet, depuis 2000, les aménagements de sites de nidification ont permis le développement de plusieurs nouvelles colonies qui sont pour les principales, les plates-formes de Brunes d'Arles, la bergerie de Négreiron, la bergerie de Cabane Rouge, la bergerie de Petit Abondoux et la toiture du Retour des Aires.

Il faut également noter la colonisation spontanée en 2007 d'un nouveau site sur le plateau de l'Arbois à proximité d'Aix-en-Provence et celle en 2014 et 2015 d'un site dans le village d'Aubais dans le Gard ; ces deux colonisations spontanées ont échoué.

La zone d'étude est entièrement incluse dans la zone de dortoirs du Faucon crécerellette identifié dans le cadre du Plan National d'Actions (PNA) 2021-2030 en faveur de l'espèce. Elle correspond au secteur fréquenté par des individus de l'espèce pour leurs recherches alimentaires et les rassemblements en dortoirs en période postnuptiale avant le départ en migration. Elle est par ailleurs **attenante à l'est et à l'ouest au domaine vital de la plaine de Crau**, utilisé pour les recherches alimentaires de l'espèce en période de nidification.

■ Milan royal (source : PNA 2018-2027)



(A. REBOUL)

En France, deuxième population nicheuse mondiale en termes d'effectifs, l'espèce a connu un déclin brutal dans les années 90. Celui s'explique par la dégradation et la perte de son habitat (zones agricoles de polycultures et élevage), la diminution des ressources alimentaires et des mortalités d'origine anthropique (tir, empoisonnement, collisions). Un plan national de restauration est mis en place de 2003 à 2007 afin d'enrayer le déclin des effectifs nationaux. Les effectifs sont relativement stables depuis la fin de ce premier PNA (2 235 à 3022 couples nicheurs, Aebischer 2016, données non-publiées hors PNA), mais ils sont toujours très en-dessous des effectifs de 1994 (année de référence du PNA). Un second PNA est en cours pour la période 2018-2027, visant une hausse significative des effectifs de cette espèce endémique d'Europe de l'Ouest pour laquelle la France porte une responsabilité mondiale.

Le nouveau plan d'actions porte sur une durée de 10 ans pour mieux évaluer les paramètres démographiques de cette espèce longévité qui ne se reproduit qu'à partir de sa quatrième année.

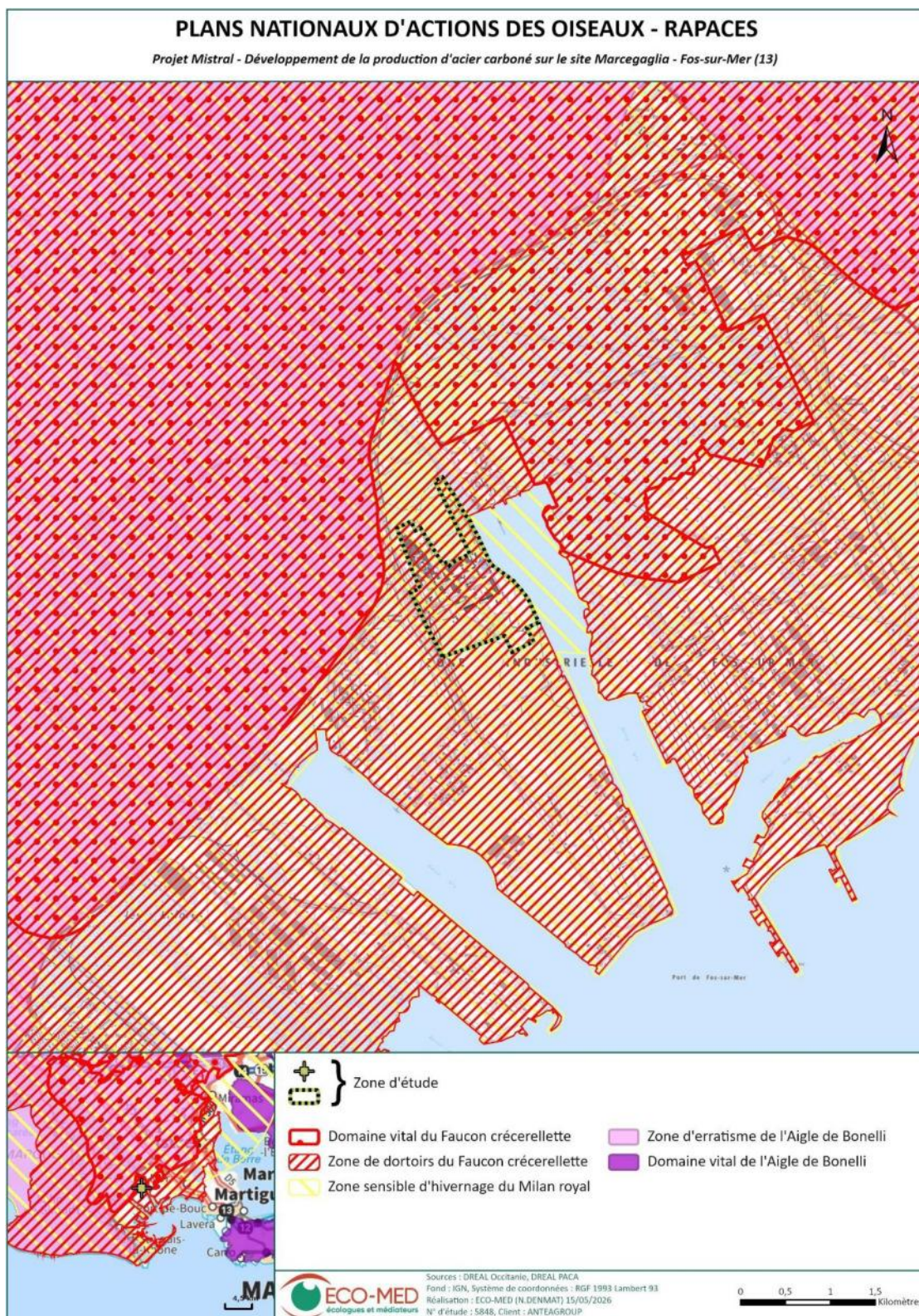
Ce plan d'action comprend les 6 objectifs spécifiques suivants :

1. Favoriser la prise en compte du plan d'actions dans les politiques publiques
2. Améliorer les connaissances
3. Maintenir, améliorer et restaurer l'habitat – Étendre l'aire de répartition
4. Réduire la mortalité
5. Favoriser l'acceptation locale
6. Coordonner le plan et diffuser les connaissances et les pratiques

Le Plan National d'Action 2018-2027 est consultable ici :

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/PNA-Milan-Royal-2018-2027.pdf>

La zone d'étude est entièrement incluse à la zone sensible d'hivernage du Milan royal identifié dans le cadre du Plan National d'Actions (PNA) 2018-2027 en faveur de l'espèce.



Carte 11 : Plans Nationaux d'Actions en faveur des oiseaux (rapaces)

■ Lézard ocellé (source : PNA 2020-2029)



(P. DEVOUCOUX)

Le Lézard ocellé *Timon lepidus* (Daudin, 1802), est le plus grand lézard de France. Il se rencontre dans la plupart des paysages secs, en dehors des forêts denses, des zones de marais ou de prairies humides et des zones de grandes cultures dépourvues d'abris. En Europe, le Lézard ocellé peut s'observer en Espagne, au Portugal, en France et en Italie. En France, les populations de Lézard ocellé se répartissent essentiellement selon trois grands ensembles :

- Une population méditerranéenne, distribuée sur le pourtour méditerranéen et jusque dans la vallée du Rhône,
- Une population atlantique continentale, centrée sur le département du Lot et qui concerne également les départements limitrophes,
- Une population atlantique située sur le littoral, distribuée depuis le sud des Landes jusqu'à la Vendée.

Les menaces pesant sur l'espèce sont principalement liées aux modifications de pratiques agricoles, à la diminution de la ressource en gîtes, à l'urbanisation, aux changements climatiques et à l'impact des animaux domestiques.

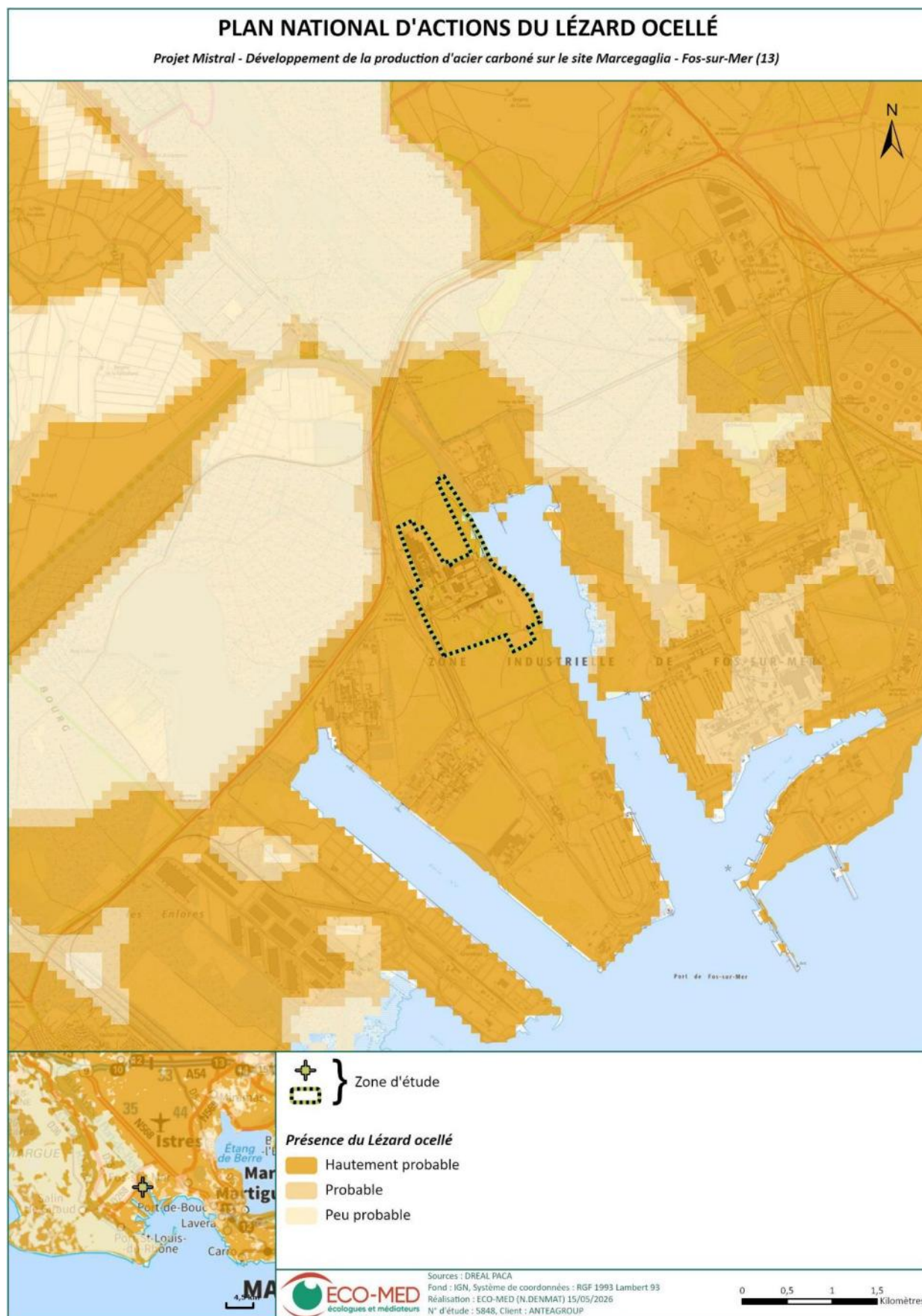
Le Plan national d'actions en faveur du Lézard ocellé 2020-2029 propose trois objectifs articulés en quatorze actions pour assurer la conservation à long terme des populations de Lézard ocellé :

1. Acquérir des connaissances visant à optimiser les mesures en faveur de la conservation de l'espèce
2. Mettre en œuvre des actions de conservation sur les milieux abritant le Lézard ocellé
3. Favoriser la diffusion des connaissances sur l'espèce

Le Plan National d'Actions 2020-2029 est consultable ici :

http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pna_lezard_ocelle.pdf

La zone d'étude est entièrement incluse dans un secteur où la présence du Lézard ocellé est jugée hautement probable dans le Plan National d'Actions (PNA) 2020-2029 en faveur de l'espèce.



Carte 12 : Plan National d'Actions en faveur du Lézard ocellé



2.2.6. Trame verte et bleue

La Trame verte et bleue (TVB) est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire.

La TVB contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau.

Les **continuités écologiques** constituant la TVB comprennent des **réservoirs de biodiversité** et des **corridors écologiques**.

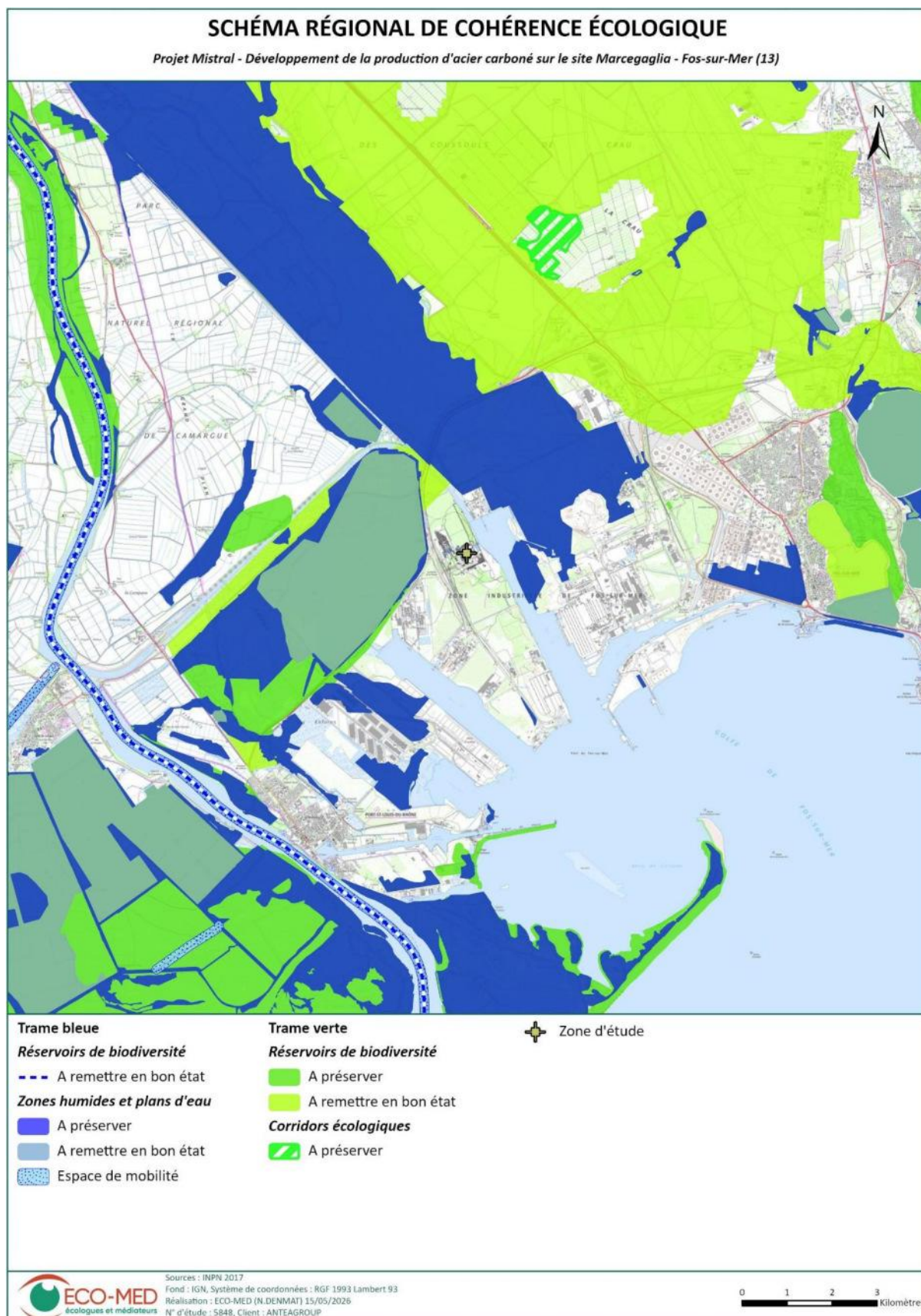
La déclinaison régionale de la TVB est le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), document régional qui identifie les réservoirs de biodiversité et les corridors qui les relient entre eux. Cet outil d'aménagement co-piloté par l'Etat et la Région est décliné en région PACA. La carte ci-après localise la zone d'étude au sein des éléments de la TVB régionale.

D'après la carte suivante, la zone d'étude se situe en dehors de tout réservoir identifié par la SRCE, que ce soit de la trame verte ou de la trame bleue.

La zone d'étude est située au sein de la petite région naturelle « Crau-Camargue-Région d'Avignon » du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).

Au niveau de la trame verte, la zone d'étude est située en bordure d'un vaste réseau de réservoirs de biodiversité lié aux milieux ouverts de la basse Provence calcaire. L'objectif les concernant est majoritairement la remise en état en raison de la dégradation actuelle de leur état de conservation. Elle n'est par ailleurs concernée par aucun corridor écologique.

Au niveau de la trame bleue, la zone d'étude s'insère entre les zones humides et les plans d'eau du SRCE, mais n'y est pas incluse.



Carte 13 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique



2.2.7. Synthèse sur les périmètres à statuts

A RETENIR

La zone d'étude est située au sein de la petite région naturelle « Crau - Camargue - Région d'Avignon » du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).

Au sein de ce contexte, la zone d'étude s'insère au sein d'un secteur riche de périmètres d'inventaires (7 ZNIEFF), de protection réglementaire (2 RNN, 2 APPB) et de protection contractuelle (2 ZPS, 2 ZSC) concernant les écosystèmes Crau et Camargue et leurs écotones. Les liens écologiques sont toutefois différents selon les périmètres concernés : forts avec les périmètres Natura 2000 adjacents, ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles » et ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône », et les ZNIEFF de type I « Salins du caban » et de type II « Golf de Fos-sur-Mer ».

La zone d'étude est également concernée par des Plans Nationaux d'Actions (PNA) en faveur des oiseaux car elle est très proche à l'est et au nord de la zone d'errance de l'Aigle de Bonelli (Plaine de Crau), elle est entièrement incluse dans la zone de dortoirs du Faucon crécerellette et proche de son domaine vital en Crau, enfin, elle est entièrement incluse dans la zone sensible d'hivernage du Milan royal. Pour finir, la zone est complètement incluse dans un secteur où la présence du Lézard ocellé est jugée hautement probable.

Au niveau de la trame verte, la zone d'étude est située en bordure d'un vaste réseau de réservoirs de biodiversité lié aux milieux ouverts de la basse Provence calcaire. L'objectif les concernant est majoritairement la remise en état en raison de la dégradation actuelle de leur état de conservation. Elle n'est, en revanche, concernée par aucun corridor écologique.

Au niveau de la trame bleue, la zone d'étude s'insère entre les entités humides surfaciques du SRCE, mais n'en fait pas partie.



2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections

La qualification et les compétences des écologues d'ECO-MED étant intervenus lors de cette mission d'inventaires complémentaires sont présentées en **Annexe 2**.

Les dates de prospections ci-dessous font apparaître les inventaires effectués par Naturalia en 2024 dans le cadre du projet Gravithy, par Evinerude en 2025 et par ECO-MED en 2026 dans le cadre du projet MISTRAL.

Tableau 6. Dates des prospections réalisés par Naturalia (étude Ascofields + projet Gravithy)

Groupes étudiés	Experts	Dates de prospection	Méthodologie appliquée
Flore et Habitats	Thomas CROZE Olivier JONQUET Romain BARTHELD Adrien ROLLAND	28 mars 2018 12 avril 2018 13 avril 2018 18 mai 2018 13 septembre 2018 22 février 2019 09 avril 2019 10 avril 2019 05 mars 2020 09 mars 2020 05 mars 2021 13 avril 2021 09 juin 2021 02 juillet 2021 09 septembre 2021	Analyse cartographique réalisée à partir de BD Ortho® (photos aériennes), de fonds Scan25® et de cartes géologiques. Relevé floristique par entité homogène de végétation et rattachement aux groupements de référence (Prodrome des végétations de France / Classification CORINE Biotope / Cahiers des habitats naturels Natura 2000). Recherche des cibles floristiques préférentielles au regard des configurations mésologiques et des qualités des groupements végétaux en présence.
	Olivier JONQUET	16 avril 2024 05 juin 2024	
Zones humides	Thibault VEYRET Cécile SERBOURCE Héloïse CELERIER (critère végétation et pédologique)	17 avril 2019 29 avril 2019 30 avril 2019 7 et 8 avril 2021	Délimitation des zones humides basée sur : - Analyse bibliographique (géologie, hydrographie, pédologie, zones humides...) - Analyse du critère de végétation (habitats et flore) - Analyse du critère pédologique (réalisation de sondages : recherche de traces hydromorphiques et nodules ferro-manganiques) - Délimitation des entités humides (cartographie)
	Olivier JONQUET (critère végétation)	16 avril 2024 05 juin 2024	



Partie 1 : Données et méthodes

Groupe étudié	Experts	Dates de prospection	Méthodologie appliquée
Entomofaune	Guillaume AUBIN Sylvain FADDA	20 avril 2018 12 juin 2018 05 juillet 2018 13 septembre 2018 13 avril 2021 16 juin 2021 01 juillet 2021 17 juillet 2024	- Lépidoptères : recherches d'individus volants, identification à vue ou après capture au filet, recherche des plantes-hôtes pour les espèces patrimoniales avérées ou fortement potentielles et recherche des pontes ou chenilles visibles. - Orthoptères et Odonates : recherche des individus actifs, identification à vue ou après capture au filet. - Coléoptères : recherche des individus actifs (floricoles, en transit) ou sous pierre. Utilisation d'un tamis pour la faune psammophile. Identification à vue ou après capture. - Localisation des arbres favorables aux coléoptères saproxyliques, recherches d'indices de présence (fèces, larves, restes chitineux, galeries d'éclosions). NB : en 2024, les inventaires étaient essentiellement consacrés à constater l'évolution des habitats et au maintien de leur compatibilité avec les espèces à enjeu identifiées lors des études précédentes.
Amphibiens	Mattias PEREZ Antoine COQUIS Guy DURAND	15 mars 2018 27 avril 2018 22 octobre 2018 09 avril 2019 29 mai 2019	- Recherche d'habitats (terrestre et aquatique) favorables aux espèces (mare, ruisseaux, fossés...); - Recherches d'individus actifs ou sous abris. - Recherches diurnes et nocturnes d'individus chanteurs ou en déplacement. - Mise en place du protocole d'ADNe pour la recherche spécifique du Pélobate cultripède.
Reptiles	Samuel GUIRAUDOU	16 avril 2021 23 avril 2021 08 juillet 2021 28 avril 2024 16 mai 2024 (diurne+nocturne)	- Recherche spécifique de la Cistude d'Europe à l'aide de jumelles au sein des différentes entités aquatiques - Recherche d'habitats favorables aux espèces (lisières, amas de rochers, amas de branchages, ronciers, terriers...); - Recherche d'individus actifs en recherche alimentaire ou en thermorégulation; - Recherche d'individus sous abris.
Oiseaux	Charlie BODIN Cyrille SABRAN	23 février 2018 24 avril 2018 26 juin 2018 23 avril 2021 08 juillet 2021	- Détermination du cortège avifaunistique via différentes méthodes (points d'écoute, trajet échantillon) et recherche des taxons patrimoniaux. - La recherche des arbres « remarquables » pouvant abriter des oiseaux. - Des points d'écoute crépusculaires ciblés sur les espèces nocturnes (Petit-duc scops, Cèdricisme criard, etc.) - Recherche d'indices (comportement territoriaux...) indiquant la nidification des espèces patrimoniales sur la zone d'étude.
	Guy DURAND	28 avril 2024 16 mai 2024	



Partie 1 : Données et méthodes

Groupes étudiés	Experts	Dates de prospection	Méthodologie appliquée
Mammifères	Lénaïc ROUSSEL Jonathan JAFFRÉ	07 février 2018 26 avril 2018 30 avril 2018 15 juin 2018	- La recherche d'individus actifs - La recherche d'indices de présence d'individus (fèces, restes de repas, lieux de passage, traces...). - Recherche spécifique du Campagnol amphibie (protocoleSFEPM)
Chiroptères		18 septembre 2018 08 juillet 2021 14 septembre 2021	- La recherche de gîtes favorables (bâti, arbres à cavités, cavité naturelle/artificielle) - Une analyse paysagère - La mise en place d'un monitoring acoustique via la pose de détecteur à ultrasons SM4 Bat Detector

Tableau 7. Dates des prospections réalisés par Evinerude (projet Mistral)

Groupes étudiés	Experts	Date de prospection	Conditions météorologiques
Flore-Habitats-Pédologie	Chloé Hamel	04 septembre 2024	29°C, nuageux, vent faible
Oiseaux, Insectes, Reptiles, Amphibiens, Mammifères	Annouchka Dondi		
Oiseaux, Insectes, Reptiles, Amphibiens, Mammifères	Louise ROKITA	23 octobre 2024	22 °C ; nébulosité faible ; vent faible
Oiseaux hivernants et Mammifères	Louise ROKITA	14 janvier 2025	4°C, vent faible, ensoleillé
Oiseaux hivernants et Mammifères		15 janvier 2025	7°C, vent modéré, ensoleillé
Amphibiens	Louise ROKITA	05 mars 2025	8°C, vent faible, aucun nuage
Flore-Habitats	Chloé HAMEL	05-06 mars 2025	19°C, ensoleillé, vent faible
Reptiles, Insectes, Amphibiens, Mammifères	Simon PONCET, Damien MARGAS	19 mai 2025	Après-midi : Vent modéré, nuageux, 24°C Nuit : Vent faible, 22°C
Flore-Habitats	Louise DEKEYSER		
Reptiles, Insectes, Mammifères	Simon PONCET, Damien MARGAS	20 mai 2025	Peu couvert, soleil, vent faible, 25°C
Flore-Habitats	Louise DEKEYSER		



Partie 1 : Données et méthodes

Groupes étudiés	Experts	Date de prospection	Conditions météorologiques
Oiseaux	Simon PONCET, Damien MARGAS	21 mai 2025	Vent modéré, soleil, pas de nuage, 21°C
Insectes, Reptiles	Simon PONCET, Damien MARGAS	18 juin 2025	Soleil, vent faible, 20 à 30°C
Toute faune	Simon PONCET	22-23 juillet 2025	Entre 25 et 30°C, ensoleillé, vent modéré et quelques rafales
Flore-Habitats	Louise DEKEYSER		
Pédologie (Réseaux sensibles)	Annouchka DONDI	22 octobre 2025	19°C, nuageux, vent faible
Pédologie	Leïla MARGUERON	06 novembre 2025	12°C, nuageux, vent faible

Tableau 8. Dates des prospections du printemps 2026 réalisés par ECO-MED

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Horaires	Nombre de passages	Terrain	Rédaction
Flore / Habitats naturels	Guillaume COUENON	16 mars 2026 (D)	10h30 - 17h00	2 passages diurnes	X	X
		17 mars 2026 (D)	09h00 - 14h00			
Flore / Habitats naturels	Guillaume COUENON	16 mars 2026 (D)	09h00 - 17h00	3 passages diurnes	X	X
		17 mars 2026 (D)	09h00 - 17h00			
		23 mars 2026 (D)	09h00 - 12h30			
Zones humides	Basile NOLLEAU	17 avril 2026 (D)	10h00 à 15h00	4 passages diurnes	X	X
		23 avril 2026 (D)	10h00 à 17h00			
	Chloé CORRE	17 avril 2026 (D)	10h00 à 15h00		X	X
		23 avril 2026 (D)	10h00 à 17h00			
Invertébrés	Livia VALLEJO	09 avril 2026 (D)	10h00 à 17h00	2 passages diurnes	X	X
		17 avril 2026 (D)	14h à 17h30			
Amphibiens	Vincent HALLOT	10 mars 2026 (D+N)	17h00 à 19h30 19h30 à 00h00	2 passages diurnes 4 passages nocturnes	X	-
		31 mars 2026 (D+N)	16h15 à 20h10 20h40 à 01h00			
		07 avril 2026 (N)	21h20 à 02h00			
		21 avril 2026 (N)	22h30 à 02h00			
	Élisa LEPLAT	-	-	-	-	X
Reptiles	Vincent HALLOT	05 mai 2026 (D)	10h15 à 18h30	2 passages diurnes	X	-
		15 mai 2026 (D)	09h20 à 13h25			
	Élisa LEPLAT	-	-	-	-	X
Oiseaux	Virginie GAILLY	20 mars 2026 (D)	06h00 - 13h00	2 passages diurnes	X	X
		09 avril 2026 (D)	07h00-13h00			



Partie 1 : Données et méthodes

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Horaires	Nombre de passages	Terrain	Rédaction
		28 avril 2026 (N)	21h00 - 00h30	1 passage nocturne		
Mammifères terrestres	Léo SÉRANNE	04 mars 2026 (D)	09h00 à 13h30	2 passage diurne	X	X
		20 mars 2026 (D)	9h00 à 12h00			
Chiroptères	Carla LÉON	09 mars 2026 (D)	09h00 à 17h00	2 passages diurnes	X	X
		10 mars 2026 (D)	09h00 à 17h00			
	Mélicca HADDAD	11 mai 2026 (D)	11h00 à 16h00	2 passages diurnes	X	-
		12 mai 2026 (D)	11h00 à 14h30			

D : diurne / N : nocturne



Tableau 9. Synthèse des prospections du printemps 2026

2026	Mars	Avril	Mai
Habitats naturels Flore	D		
Zones humides		D	
Invertébrés		D	
Amphibiens	D+N		
Reptiles			D
Oiseaux	D+N		
Mammifères terrestres	D		
Chiroptères	D		<i>Transit printanier</i>

D : prospection diurne / N : prospection nocturne



2.4. Méthodes d'inventaires de terrain

Avertissement préliminaire sur les périodes prospectées en 2026 :

ECO-MED a repris en début d'année le travail démarré en 2025 par Evinerude, sur la base du cadrage écologique de Naturalia entre 2019 et 2021. De plus, ECO-MED a pu bénéficier d'une très bonne connaissance de la faune et de la flore et du fonctionnement des écosystèmes locaux, avec de nombreuses études écologiques historiquement réalisées dans ce secteur depuis le début des années 2000.

Pour des raisons liées au calendrier industriel de ce dossier, ECO-MED n'a pu réaliser toutes les phases d'inventaires cette année pour les besoins de sa bio-évaluation, mais l'entreprise Marcegaglia s'est engagée à ce que les écologues poursuivent en temps masqué leurs inventaires au-delà du dépôt de cette fin de printemps, afin de parfaire et consolider leurs conclusions d'expertises à fin d'année, afin de respecter un cycle écologique plus complet.

Les espèces présentant un enjeu local de conservation ont systématiquement fait l'objet d'une estimation du nombre d'individus (comptage, surface occupée) et de pointages GPS (Global Positioning System).

Comme il vient d'être explicité, les inventaires réalisés par ECO-MED pour le projet Mistral ont été menés entre début mars et mi-mai 2026.

2.4.1. Prospections des habitats naturels et de la flore

L'expertise a ciblé en priorité les zones à enjeux floristiques potentiels (notamment à partir de bibliographie) afin de relever les éventuelles espèces protégées et/ou à enjeu local de conservation.

Les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) ont également été observées et relevées. L'outil du CBN Méditerranéen concernant la liste des EVEE en PACA a permis de définir ces espèces et leur catégorie.

La caractérisation des habitats naturels a été réalisée en même temps que les inventaires floristiques. Deux outils ont aidé à délimiter les habitats ainsi définis : la carte topographique et la photographie de la zone d'étude.

La zone a été prospectée de façon à parcourir une grande partie des d'habitats présents, en vue d'analyser les potentialités de présence d'espèces à enjeu par grand type d'habitat.

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 3** du rapport.



Carte 14 : Localisation des prospections pour les habitats naturels et la flore



2.4.2. Caractérisation et délimitation des zones humides

Le travail d'ECO-MED s'est basé sur l'analyse de la base de données d'ECO-MED, la bibliographie existante, et sur les relevés effectués sur le terrain par un expert botaniste spécialisé dans la caractérisation des zones humides.

La prospection de terrain avait pour but de repérer et de délimiter les éventuelles zones humides existantes selon les recommandations décrites dans l'arrêté du 24 juin 2008, modifiées par l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'Environnement. La promulgation de la loi n°2019-773 du 26 juillet 2019 a confirmé cette définition, retenant les **critères alternatifs** de végétation et de pédologie (l'un ou l'autre suffit pour définir une zone humide).

Dans la section 1.1.2 de l'arrêté ministériel "L'observation des traits d'hydromorphie peut être réalisée toute l'année mais la fin de l'hiver et le début du printemps sont les périodes idéales pour constater sur le terrain la réalité des excès d'eau. Les sondages pédologiques et les relevés des habitats ayant été réalisés respectivement en avril et en mars.

L'expert ZH considère que la période dont il a bénéficié pour les sondages pédologiques et la délimitation selon le critère Habitat était disponible et adaptée pour compléter son expertise pédologique. Par conséquent, il n'est pas jugé indispensable de retourner sur le terrain pour compléter ces éléments.

Les données habitats de Naturalia ont été vérifiées par les experts ZH et botaniste d'ECOMED, et restaient toujours valables en 2026. Les données d'Evinerude n'ont pas été conservées par ECOMED. Le travail de sondages pédologiques réalisés en 2026 par ECOMED est ci-dessous.

▪ Délimitation des zones humides au regard du critère d'habitat

L'expert botaniste a procédé à la caractérisation des habitats selon les terminologies typologiques de référence actuellement en vigueur (typologies CORINE Biotopes et EUNIS pour les habitats). En fonction des codes attribués, il a été possible de déterminer la présence d'un ou plusieurs habitats naturels caractéristiques des zones humides listés dans l'arrêté du 24 juin 2008 (table B).

- Si l'habitat est coté « H. » dans la liste, alors il est systématiquement considéré comme caractéristique des zones humides.

- Si l'habitat est coté « p. » ou ne figure pas dans la liste et si cet habitat présente un pourcentage de recouvrement d'espèces indicatrices de zone humide inférieur à 50%, alors il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de l'habitat, une expertise des sols est donc nécessaire pour statuer sur le caractère humide.

▪ Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

Les sondages pédologiques ont été réalisés avec une tarière à main de 1,2 m de longueur et de 7 cm de diamètre.

L'examen de chaque sondage pédologique vise à vérifier la présence :

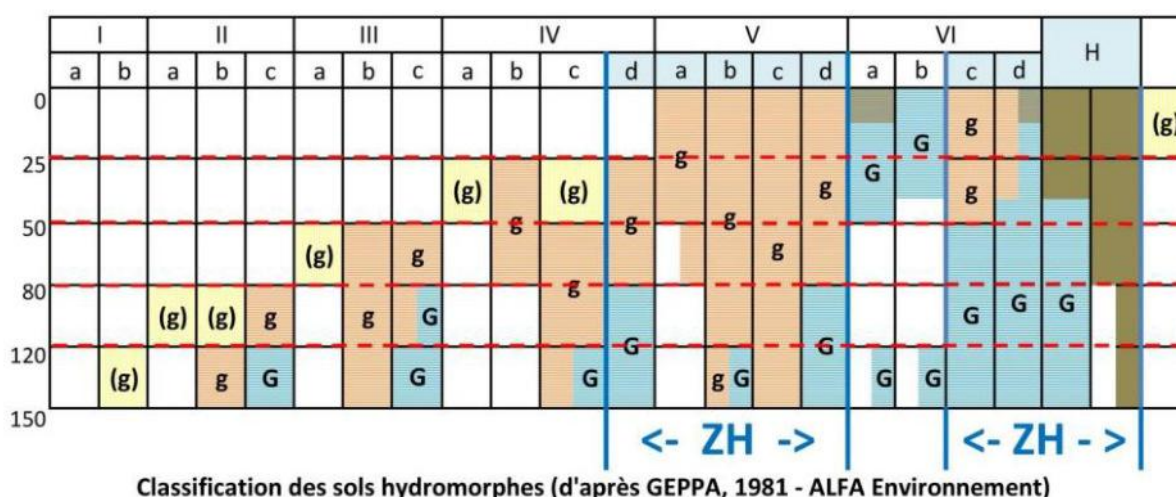
- d'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm ;

- de traits réductiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol ;

- de traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;

- de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Les sondages ont été réalisés dans un premier temps, dans les zones basses, à faible pente et à proximité des secteurs en eau, davantage favorables aux traits d'hydromorphie que les autres zones. L'examen du sol a été effectué ensuite, si nécessaire, à l'aide de sondages positionnés de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide ou de la partie de la zone humide concernée par le projet en suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. La répartition, la localisation précise ainsi que le nombre de sondages ont été définis en fonction de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec *a minima* un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu naturel (conditions mésologiques).



▪ Délimitation finale des zones humides

Conformément à la réglementation en vigueur, la délimitation finale des zones humides a été basée sur les critères des arrêtés du 24 juin 2008 et du 1^{er} octobre 2009. Afin d'établir une cartographie des zones humides, les résultats de la délimitation de la zone humide au regard du critère « végétation » ainsi que ceux définis au regard du critère « pédologique » ont été superposés, en suivant la cote hydrologique pertinente (cote de crue ou le niveau de nappe phréatique ou de marée le plus élevé) ou la courbe topographique correspondante.

La zone humide, en application des arrêtés de 2008 et de 2009, correspond à la couverture la plus large constituée par l'un des deux (ou les deux à la fois s'ils se superposent) critères analysés.

In fine, cette expertise a permis de réaliser une cartographie délimitant les zones humides.

▪ Méthode Nationale d'Évaluation des Fonctions des Zones Humides

Les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques des zones humides sont souvent mises en avant dans les politiques publiques de préservation des milieux naturels. Face à ce constat, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2016-2021 puis 2022-2027 prescrivent désormais que les projets d'installation, ouvrages, travaux ou activités (IOTA) entraînant une détérioration partielle ou totale de zones humides doivent être accompagnés de mesures compensatoires permettant la restauration et la réhabilitation de zones humides équivalentes d'un point de vue fonctionnel. En conséquence, concevoir et réaliser des projets dits de « moindre impact environnemental » suppose de respecter la séquence « éviter, réduire, compenser » (dite ERC), de connaître la réglementation s'y afférant ainsi que les fonctions vraisemblablement réalisées dans ces zones humides.

La méthode nationale permet une évaluation rapide des fonctions des zones humides continentales (au sens de l'Art. L.211-1 du Code de l'environnement) en France métropolitaine et de vérifier qu'un certain nombre de principes de la compensation sont bien respectés.

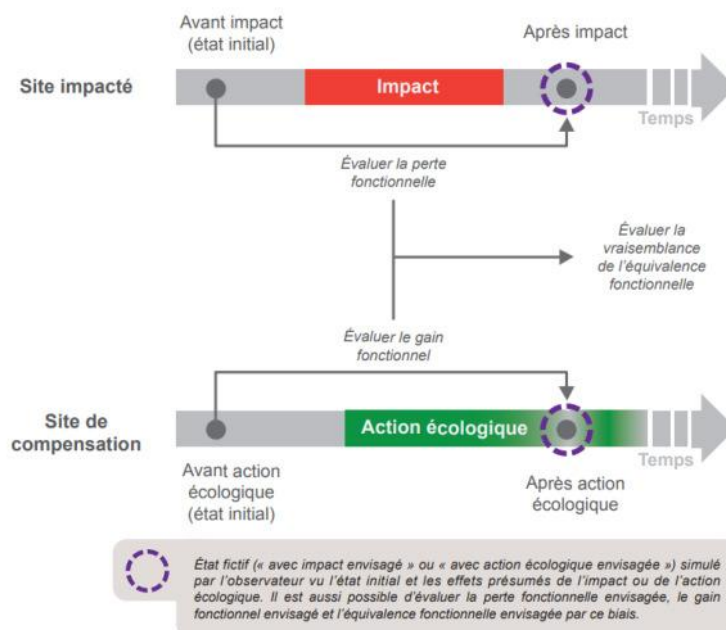
Trois fonctions hydrologiques, cinq fonctions biogéochimiques et deux fonctions en rapport avec l'accomplissement du cycle biologique des espèces sont évaluées. L'évaluation de ces fonctions est réalisée en tenant compte des propriétés intrinsèques du site (en zone humide) et également de son environnement (sa zone contributive, sa zone tampon, son paysage et aussi éventuellement le cours d'eau associé).

Les informations relevées durant l'évaluation sur un site impacté et un site de compensation permettent de renseigner deux diagnostics :

- Le diagnostic de contexte permet de vérifier que les conditions sont bien réunies pour que l'équivalence fonctionnelle puisse être évaluée avec cette méthode ;

- Le diagnostic fonctionnel permet d'apprécier l'intensité probable de chaque fonction par l'intermédiaire d'une batterie d'indicateurs.

Le résultat des évaluations sur le site impacté avant et après impact et sur le site de compensation avant et après action écologique permet d'évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle, indicateur par indicateur, fonction par fonction, à l'issue des mesures de compensation.



(Source : Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides)

2.4.3. Prospections de la faune

■ Invertébrés

En premier lieu, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (analyse sur photographie aérienne et analyse bibliographique existant de la zone d'étude) a été effectuée afin d'orienter les prospections (recherche de zones ouvertes, points d'eau, vieux arbres, etc.).

L'ensemble de la zone d'étude a été parcouru en suivant un cheminement semi-aléatoire. Une attention particulière est portée aux habitats potentiellement favorables aux invertébrés patrimoniaux connus dans le secteur géographique (sansouïres, pelouses sablonneuses, etc.).

Les techniques employées ont principalement consisté à rechercher à vue les espèces volantes et édaphiques. Si nécessaire, les espèces sont capturées à l'aide d'un filet à papillons ou d'une pince entomologique semi-rigide. En complément, une recherche des plantes-hôtes, des œufs et des chenilles de papillons protégés, potentiellement présents, a aussi été réalisée afin de vérifier l'autochtonie des espèces. Les pierres et les branches mortes ont été retournées pour observer les espèces associées. Les arbres de diamètres importants (ainsi que les cavités dans la mesure du possible) ont été minutieusement étudiés pour trouver des indices de présence des espèces saproxylophages (trous d'émergence, déjections, macro-restes, etc.). La végétation herbacée et les branches basses ont été fauchées à l'aide d'un filet fauchoir pour compléter l'inventaire. Cette méthode est particulièrement adaptée au recensement des orthoptères, coléoptères et punaises.

Un passage pour l'entomofaune a été réalisé en avril ciblée sur les espèces vernaies telles que l'Hespérie de la Ballote et la Diane et sur les plantes-hôtes (Marrube pour l'Hespérie de la Ballote, Aristoloche à feuilles rondes pour la Diane, l'Argousier pour le Sphinx de l'Argousier) dont l'observation est particulièrement favorable au printemps.

Les prospections ont été réalisées sous conditions météorologiques favorables à l'observation des invertébrés.

Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés



Partie 1 : Données et méthodes

Date de prospection	Température en début de relevé	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
09 avril 2026 (D)	13°C	Faible	Nulle	Absentes	Conditions météorologiques favorables
17 avril 2026 (D)	30°C	Faible	Léger voile	Absentes	

D : diurne / N : nocturne



Carte 15 : Localisation des prospections invertébrés



■ Amphibiens

Dans un premier temps, une phase d'analyse fonctionnelle des habitats présent dans la zone d'étude (photographies aériennes) a été effectuée afin d'orienter les prospections vers les habitats les plus favorables à la batrachofaune (habitats aquatiques, zones refuges périphériques). Les prospections se sont ensuite principalement concentrées au niveau de ces habitats.

La recherche des amphibiens a été réalisée selon plusieurs modes opératoires complémentaires :

- **Recherche des individus adultes au niveau des point d'eau**, actifs à la reproduction (observations nocturnes à l'aide d'une lampe torche et points d'écoute pour identifier les chants) ;
- **Recherche des pontes et des larves** (identification des larves par capture, épuisette aléatoire au besoin) ;

La manipulation des individus capturés est réduite au strict minimum nécessaire à l'identification. Ces derniers sont ensuite relâchés directement au sein de leur habitat. Des précautions sanitaires sont également prises afin d'éviter une contamination éventuelle des individus et du milieu par certaines pathogènes.

- **Recherche des individus matures, immatures et imagos en phase terrestre** dans les habitats végétalisés et/ou rupestres ;
- **Recherche d'indices de présence sur les axes de circulation** principaux ou secondaires (individus écrasés lors de leurs déplacements nocturnes).

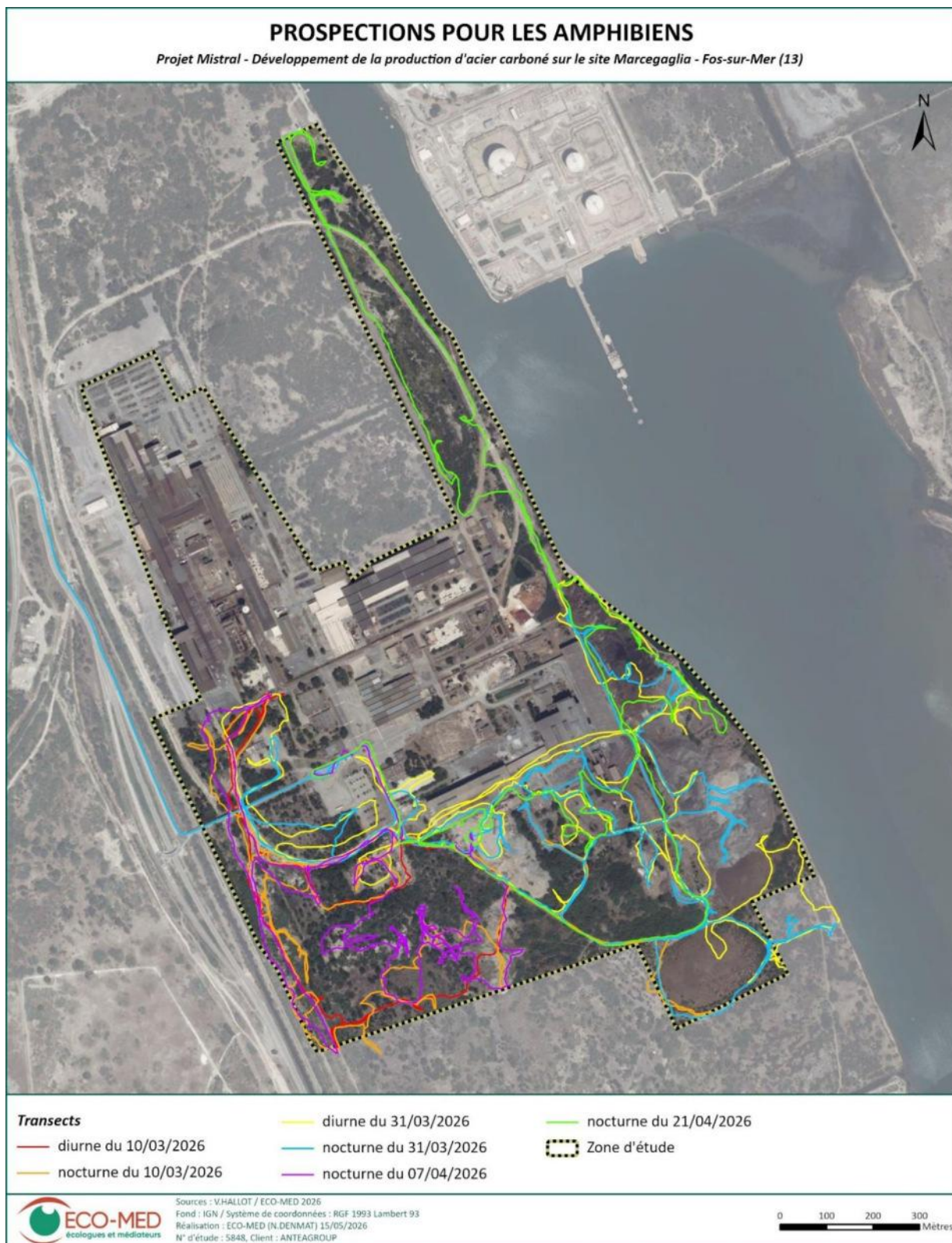
Les passages printaniers ont permis de couvrir la période de reproduction des espèces ciblées. Les conditions météorologiques étaient favorables, à l'exception du passage du 31 mars (vent fort, faible hygrométrie).

Tableau 11. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Taux d'hygrométrie atmosphérique	Bilan
10 mars 2026 (D)	14°C	Faible	Quelques nuages	Absentes	86%	Conditions météorologiques très favorables
10 mars 2026 (N)	13°C	Nul		Faible pluie en milieu de nuit	90%	
31 mars 2026 (D)	12°C	Fort	Nul	Absentes	41%	Conditions météorologiques défavorables
31 mars 2026 (N)	10°C				43%	
07 avril 2026 (N)	15°C	Nul	Nul	Absentes	76%	Conditions météorologiques favorables
21 avril 2026 (N)	16°C	Faible	Nuageux	Absentes	84%	Conditions météorologiques favorables

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 5** du rapport.



Carte 16 : Localisation des prospections amphibiens



■ Reptiles

Comme pour les amphibiens, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (photos aériennes) a été effectuée afin d'orienter les prospections vers les habitats les plus favorables à l'herpétofaune (habitats rupestres ou humides, les lisières, les haies, les talus, ...).

L'inventaire des reptiles a ensuite été réalisé selon trois modes opératoires complémentaires :

- **Recherche à vue**, où la prospection qualifiée de semi-aléatoire s'opère discrètement au niveau des zones les plus susceptibles d'abriter des reptiles en insolation (lisières, bordures de pistes, talus, pierriers, murets, etc.). Cette dernière est systématiquement accompagnée d'une recherche à vue dite « à distance » où l'utilisation des jumelles s'avère indispensable pour détecter certaines espèces farouches telles que les couleuvres par exemple ;
- **Recherche d'individus directement dans leurs gîtes** permanents ou temporaires, en soulevant délicatement les blocs rocheux, souches, débris, etc., et en regardant dans les anfractuosités ;
- **Recherche minutieuse d'indices de présence** tels que les traces (mues, fèces) au niveau des gîtes, ou les individus écrasés sur les axes routiers principaux ou secondaires.

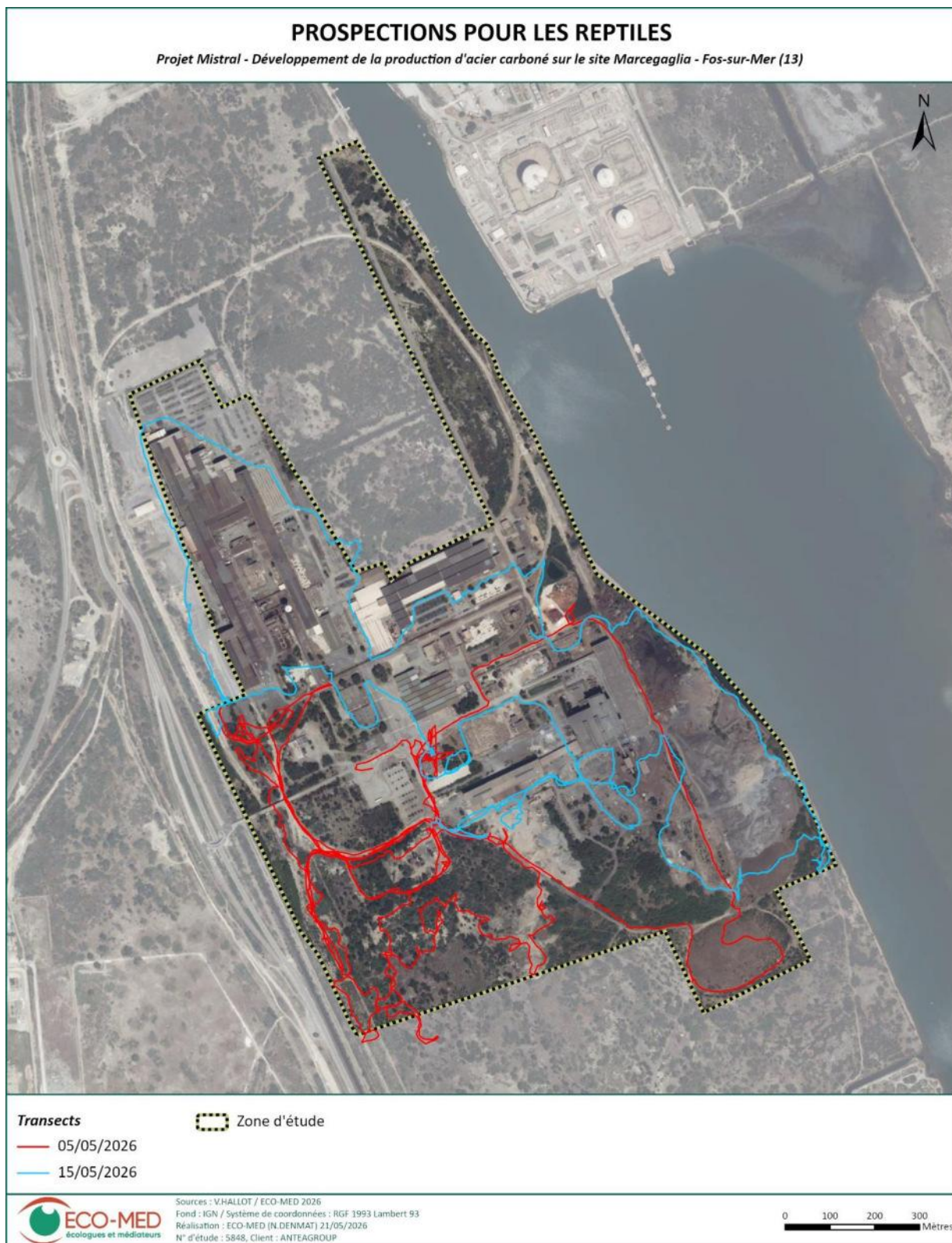
Les passages ont été réalisés au cours de la période d'activité principale de l'herpétofaune (reproduction au printemps). Les conditions météorologiques étaient favorables à la détection des reptiles lors du premier passage, un peu venteuses lors du second.

Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
05 mai 2026 (D)	18°C	Faible	Quelques nuages	Absentes	Conditions météorologiques favorables
15 mai 2026 (D)	14°C	Moyen	Nuageux		Conditions météorologiques moyennement favorables

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 6** du rapport.



Carte 17 : Localisation des prospections amphibiens et reptiles



■ Oiseaux

Chaque entité éco-physionomique de la zone d'étude a été parcourue à la recherche de contacts auditifs et/ou visuels (ex : individus, plumées, chants, cris, nids, etc.). Afin de maximiser ces contacts et de compenser la faible détectabilité de certaines espèces, des points d'arrêt ont été régulièrement réalisés au fil du cheminement. Une attention particulière a été portée aux habitats les plus favorables à une avifaune patrimoniale représentative de ce secteur géographique.

Deux passages diurnes et une prospection nocturne ont été réalisés durant les mois de mars et d'avril 2026. Ces passages se sont déroulés au cours de la période prénuptiale et du début de la reproduction de l'avifaune. Les espèces sédentaires ainsi que les espèces migratrices et les nicheurs précoces ont ainsi pu être contactées lors des prospections de terrain. Ces inventaires diurnes ont été complétés par une prospection nocturne, réalisée lors de la période de reproduction, le 28 avril 2026. Par conséquent, l'ensemble des espèces nicheuses diurnes et nocturnes précoces ont été prises en compte au cours des inventaires.

Chaque prospection diurne a débuté en matinée, période de forte activité vocale pour la majorité des passereaux (BLONDEL, 1975). Durant ces prospections, tous les contacts sonores et visuels ont été pris en compte et le comportement de chaque oiseau a été noté afin d'évaluer son statut biologique dans la zone d'étude. Ce comportement permet, selon une grille standardisée (cf. ci-après), d'évaluer la probabilité de nidification de chaque espèce rencontrée.

Nicheur possible
1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.
Nicheur probable
3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.
Nicheur certain
10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adultes entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couvrir.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).
<i>Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EOAC (European Ornithological Atlas Committee).</i>

Enfin, en 2024, des prospections crépusculaires ciblées essentiellement sur l'Œdicnème criard et le Petit-duc scops ont été menées par le bureau d'études Naturalia durant les périodes coïncidant aux pics d'activité vocale de ces espèces.

Les conditions météorologiques présentes lors de la prospection réalisée par le bureau d'études ECO-MED étaient globalement favorables (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 13. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux



Partie 1 : Données et méthodes

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
20 mars 2026 (D)	10°C	Nul	Nul	Absente	Conditions météorologiques favorables
09 avril 2026 (D)	8°C	Nul	Nul	Absente	
28 avril 2026 (N)	20°C	Faible	Nul	Absente	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 1** du rapport.



Carte 18 : Localisation des prospections oiseaux



■ Mammifères terrestres

Concernant les mammifères terrestres, l'expert mammalogue a réalisé une analyse fonctionnelle préalable de la zone d'étude à l'aide de photographies aériennes et des diagnostics écologiques réalisés par Naturalia en 2024 pour Gravithy et Evinerude en 2025 pour le projet Mistral, ce qui a permis d'orienter les prospections. Lors de ses passages, l'expert a prospecté en priorité les milieux les plus fréquentés par les mammifères terrestres, tels que les cours d'eau, les écotones et les milieux forestiers. Les empreintes et autres indices de présence (fèces, restes alimentaires, nids, terriers, etc.) ont été systématiquement géoréférencés, décrits et, si nécessaire, prélevés pour analyse.

Les micro-mammifères du fait de leurs petites tailles et de leurs écologies (nocturnes, fouisseurs, etc) sont difficilement observables, leurs prospections reposent essentiellement sur la découverte de restes osseux soit dans des bouteilles abandonnées qui sont des pièges mortels pour ces espèces ou par la découverte de pelotes de réjections de rapaces nocturnes. L'analyse des pelotes de réjection est un moyen efficace pour établir la communauté de micromammifères d'un secteur. En effet, les rapaces nocturnes sont des prédateurs territoriaux chassant sur des territoires de taille variable selon les espèces, de 500m à 2,5 km de diamètre autour de leurs repaires pour une Effraie des clochers et de 4 à 8 km de diamètre autour de l'aire pour le Hibou grand-duc.

Le centre de la zone d'étude se trouve à moins deux kilomètres d'un nid d'Effraie des clochers, situé sous le pont SNCF passant au-dessus de la D268, où des pelotes ont été récupérées lors des différents passages des experts d'ECOMED dans le secteur depuis février 2024. En considérant que le territoire de chasse est de 2 à 2,5 km de diamètre autour du repaire, il est probable que les micromammifères identifiés lors de l'analyse des pelotes de réjection aient été chassés sur la zone d'étude. L'analyse des pelotes récoltées sur ce repaire permettra d'établir la communauté de micromammifères évoluant sur la zone d'étude

Lors de la prospection du 04 mars, 5 pièges photographiques ont été déployés dans les milieux naturels de la zone d'étude à des emplacements stratégiques, soit pour cibler des espèces spécifiques, soit pour observer l'utilisation d'un milieu. Deux pièges photographiques ont été déployés au sein de la zone d'étude nord et trois pièges photographiques ont été déployés au sein de la zone d'étude sud et plus particulièrement dans les espaces naturels de la zone d'étude sud.

Les pièges photographiques sont particulièrement efficaces pour détecter les espèces nocturnes et cryptiques, difficiles à observer lors de prospections diurnes. Les pièges photographiques ont été récupérés lors du passage du 20 mars. Les pièges photographiques augmentent la pression de prospection en enregistrant tous les passages d'animaux entre leur installation et leur récupération. La période de déploiement des pièges photographiques était de 17 jours et 16 nuits.

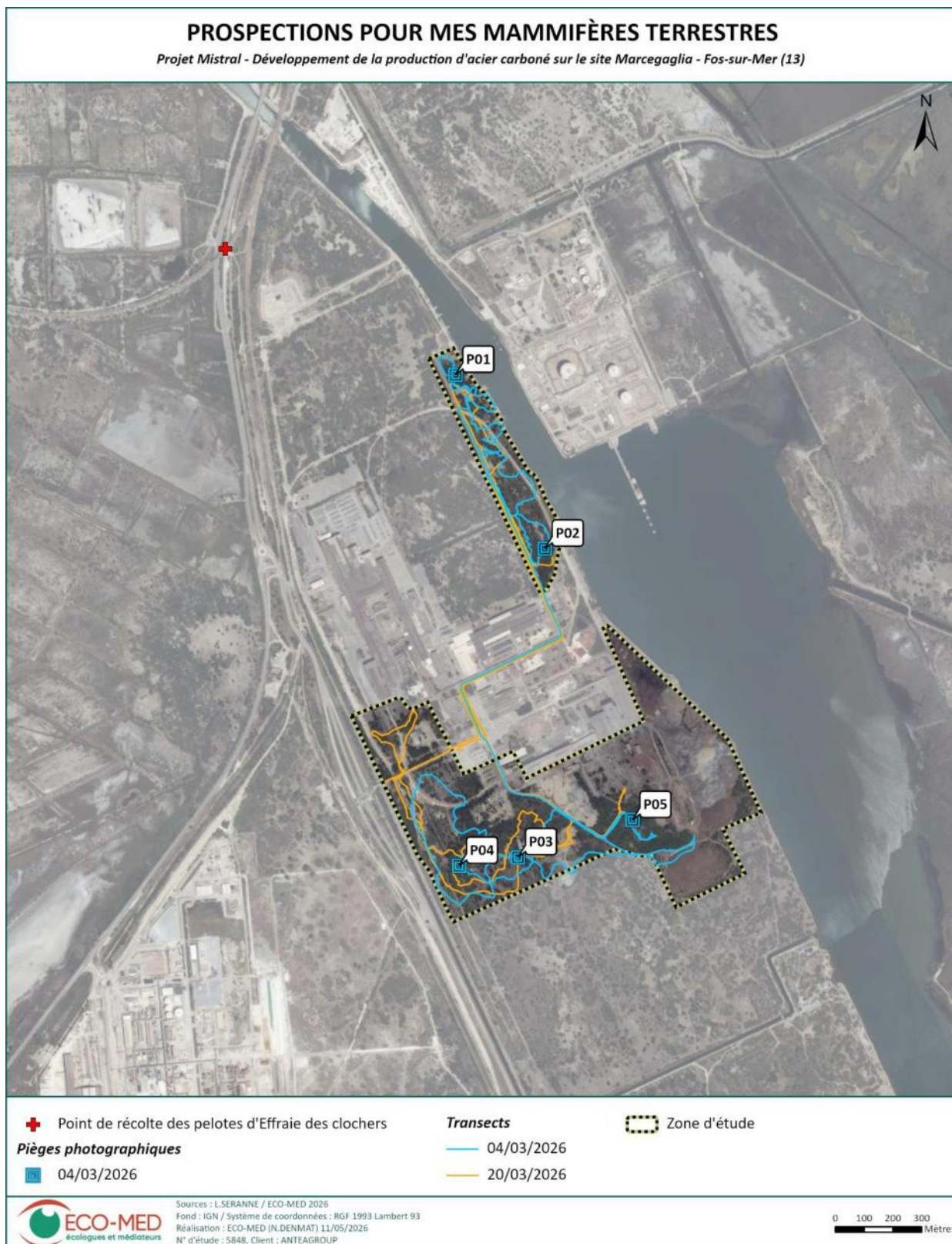
Les dates de prospections sont présentées ci-après.

Tableau 14. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères terrestres

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
04 mars 2023 (D)	14°C	Moyen	Nul	Absente	Conditions météorologiques très favorables
20 mars 2026 (D)	13°C	Nul	Nul	Absente	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 9** du rapport. Cette annexe détaille également tous les acronymes utilisés dans les monographies pour définir les statuts et listes rouges de chaque espèce.



Carte 19 : Localisation des prospections mammifères terrestres



■ Chiroptères

Les prospections dédiées aux chiroptères ont été réalisées après une analyse préliminaire de la physionomie des habitats de la zone d'étude, via photo-interprétation, croisée avec les sources bibliographiques disponibles, dans un large secteur englobant la zone d'étude. Ceci a permis d'orienter les prospections et de dresser une liste d'espèces à rechercher in situ.

Une approche bibliographique a été effectuée concernant les espèces de chauves-souris présentes localement permettant une identification des enjeux aux abords de la zone d'étude. En effet, dans la mesure où des espèces parcourent plus de 20 km par nuit et certaines vont chasser parfois à 40 km de la colonie, le rayon considéré a été adapté en fonction de ce paramètre. Une recherche à partir des différents périmètres à statut (PNA, ZNIEFF, Natura 2000, etc.) a été réalisée en parallèle afin d'avoir une vision approfondie du contexte chiroptérologique local ;

L'étude des chiroptères s'est focalisée sur les prospections diurnes qui ont permis :

- De caractériser les habitats présents afin d'estimer le type de fréquentation du site d'étude par les chiroptères, et de raisonner en termes de fonctionnalités ;
- D'effectuer une recherche des gîtes au sein de la zone d'étude et aux alentours :
 - Gîtes arboricoles : la progression dans les boisements est réalisée en fonction de la présence de sentiers pédestres ou de coulées d'animaux, ou au milieu du sous-bois lorsque celui-ci n'était pas trop dense ;
 - Gîtes anthropiques : les bâtis présents au sein de la zone d'étude ou en périphérie proche ont été investigués à la recherche de traces de présence (guano) ou d'individus en gîte ;
 - Gîtes cavernicoles : si des avens proches sont recensés sur la base de données du BRGM (<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/cavites-souterraines#/>), ils font l'objet de reconnaissances diurnes

La période de passage a été optimale, et a permis d'identifier les différents types de gîtes potentiels ainsi qu'une caractérisation des habitats favorables aux chiroptères.

Le premier passage en période d'activité des chiroptères a été réalisé au printemps 2026 au cours duquel l'activité du transit printanier a pu être enregistrée mais les analyses de ce passage ainsi que les deux autres passages en période estivale et automnale n'ont pas encore été effectués, les résultats n'apparaîtront que dans le rapport final rendu en fin d'année 2026.

Les méthodes d'inventaires en période d'activité sont réalisées à partir de sessions de détection nocturnes réalisées dans la zone d'étude à l'aide de détecteurs à ultrason passifs. Cette détection est faite à l'aide de détecteurs passifs à enregistrement continu SM4BAT (Wildlife acoustic), installés à des emplacements stratégiques dans la zone d'étude. Ce type de détection permet d'estimer la fréquentation de la zone d'étude par les chiroptères de manière quantitative et qualitative.

Les ultrasons enregistrés lors des nuits de prospection chiroptérologique sont ensuite analysés et déterminés (quand cela est réalisable) grâce aux logiciels : SonoChiro® 3.0 (Biotope, Recherche et Développement) et BatSound 4.14 (Pettersson electronics and acoustics ABTM).

Enfin, une analyse de l'activité chiroptérologique par espèce a été effectuée à partir des travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle en 2020 (Bas *et al.*, 2020) En fonction du nombre de contacts relevé pour une espèce au cours d'une nuit complète, le taux d'activité est jugé faible, modéré, fort ou très fort par rapport à la « norme régionale ou nationale ». Les seuils de ces niveaux varient d'une espèce à l'autre car ils intègrent la distance de détectabilité (portée des ultrasons variant de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres) et les comportements de vol de chaque espèce (glanage dans le feuillage, vol en plein ciel ou à quelques mètres de hauteur, etc.).

Tableau 15. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux chiroptères

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
09 mars 2026 (D)	13°C	Faible 23km/h	Nuageux	18mm	

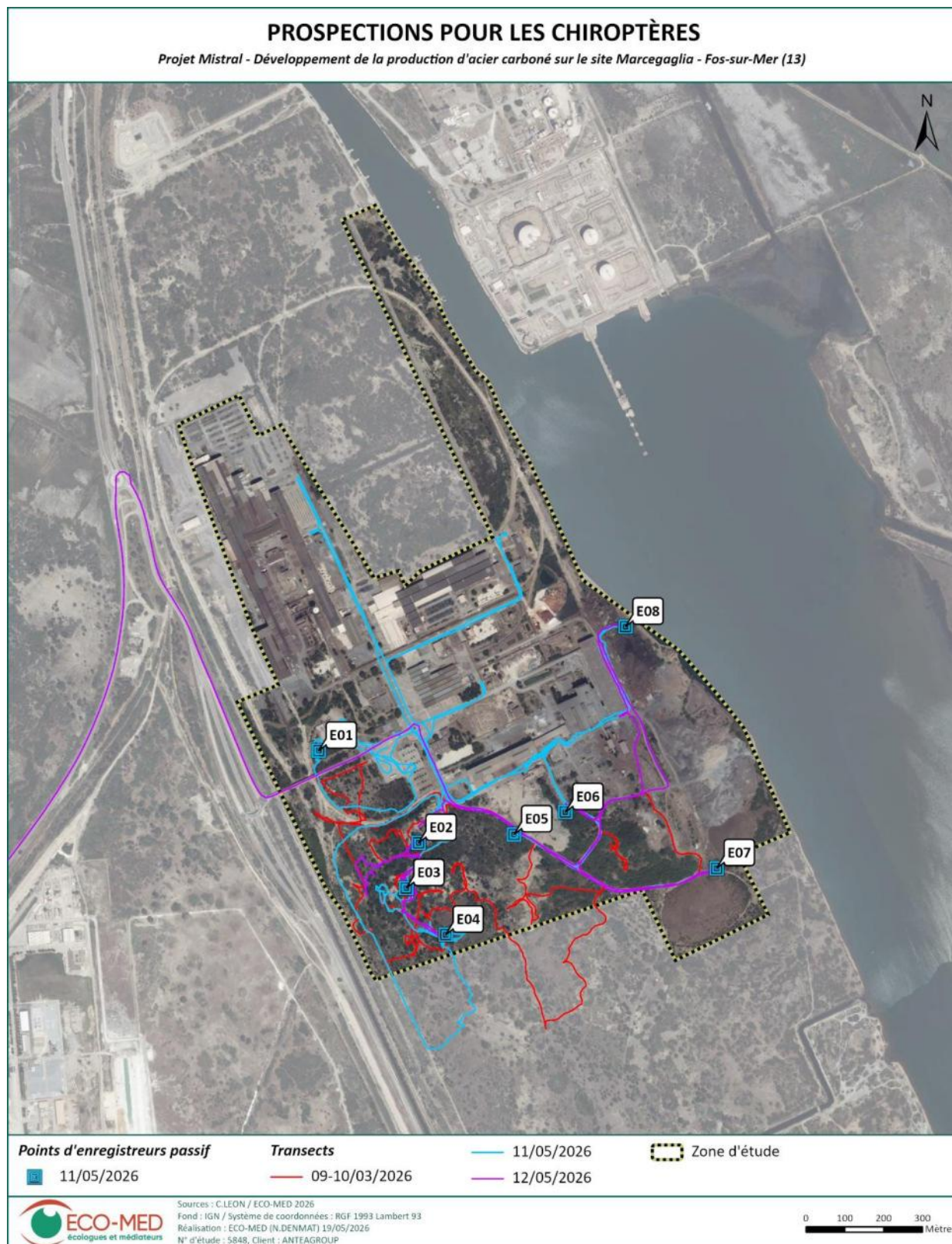


Partie 1 : Données et méthodes

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
10 mars 2026 (D)	14°C	Très faible 13km/h	Nuageux	Absentes	Conditions météorologique favorables
11 mai 2026 (D)	19°C	Faible 20km/h	Quelques nuages	Absentes	
11 mai 2026 (N)	17,5°C	Moyen 28km/h	Quelques nuages	Absentes	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 9** du rapport



Carte 20 : Localisation des prospections de chiroptères

Remarque : Evinerude a également réalisé un inventaire des chiroptères. La méthode utilisée et l'échantillonnage sont présentés ci-dessous.



Partie 1 : Données et méthodes

L'inventaire des chauves-souris repose essentiellement sur la détection des ultrasons émis par les individus lors de leur déplacement ou de leur activité de chasse. Dans le cadre des inventaires chiroptères, un protocole a été employé :

- **Ecoute passive** : Ce protocole consiste à positionner un détecteur automatique d'ultrasons de type SM4 sur des points stratégiques favorables à la présence de chiroptères. Cet appareil enregistre en continu sur une nuit les ultrasons émis par les chauves-souris passant à proximité. Les enregistrements issus du protocole d'écoute passive sont, dans un premier temps, triés automatiquement grâce au logiciel Tadarida. Une vérification manuelle de certains fichiers est ensuite réalisée à l'aide du logiciel ChiroSurf en suivant la méthode d'échantillonnage conseillée par le Muséum National d'Histoires Naturelles (MNHN). Nous veillerons donc à vérifier au moins un contact par espèce par tranche de probabilité afin de valider la présence de l'espèce. L'ensemble des contacts attribués à l'espèce présentant un indice de confiance de plus de 50% sont ensuite validés. Pour les espèces plus rares, patrimoniales ou présentant une identification plus difficile, un nombre plus important de fichiers est vérifié manuellement.

Dans le cadre de cette étude, **deux enregistreurs SM4** ont été placés durant la nuit du 23/10/2024 en automne sur le **secteur nord**, peu après la période à laquelle les chiroptères s'accouplent.

Deux sorties supplémentaires ont été effectuées le 19/05/2025 et le 22/07/2025, où **quatre enregistreurs** ont été posés, dans le **secteur nord** et une **partie du secteur sud** (agrandissement du site). L'été correspond à la période de mise-bas des chiroptères.



Figure 1 : Cartographie des placettes d'écoute passive (SM4)



Partie 1 : Données et méthodes

Nom point d'écoute	Dates	Milieu	Description	Photo
FosSurMer1	23/10/2024 19/05/2025 22/07/2025	SEMI-OUVERT	Au centre de la zone dans une clairière	
FosSurMer2	23/10/2024 19/05/2025 22/07/2025	OUVERT	Dans une clairière de la zone nord	
FosSurMer3	23/10/2024 19/05/2025 22/07/2025	OUVERT	Entre un bâtiment abandonné et le canal dans la zone nord	
FosSurMer4	19/05/2025 22/07/2025	AQUATIQUE	Le long du canal	



2.1. Difficultés rencontrées

Les principales limites techniques et scientifiques inhérentes à l'étude de la biodiversité sont exposées **Annexe 10** du rapport.

2.2. Espèces fortement potentielles

Sont également intégrées à la présente étude, les **espèces fortement potentielles** dans la zone d'étude (uniquement si elles constituent un enjeu zone d'étude très fort, fort ou modéré). La forte potentialité de présence d'une espèce est principalement justifiée par :

- La présence de l'habitat d'espèce ;
- L'observation de l'espèce à proximité de la zone d'étude (petite zone géographique) ;
- La zone d'étude figurant au sein ou en limite de l'aire de répartition de l'espèce ;
- Les données bibliographiques récentes mentionnant l'espèce localement.

Une fois ces critères remplis, la potentialité de présence de l'espèce peut être confortée ou non par la période de prospection (date de passage) et la pression de prospection effectuée (se définit par le temps d'observation comparé à la surface de la zone d'étude).

Un passage à une période du calendrier écologique qui n'est pas optimale nous incitera à considérer l'espèce fortement potentielle alors qu'une pression de prospection adaptée, ciblée sur l'espèce sans résultat ne nous permettra pas de considérer cette dernière comme fortement potentielle.

2.3. Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée.

2.3.1. Statuts des espèces

Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs. Tous les critères d'évaluation sont présentés en **Annexe 1**.

Parmi les outils réglementaires et scientifiques présentés figurent les suivants :

- Directive Habitats (CDH) ;
- Directive Oiseaux (CDO) ;
- Protection nationale (N) et/ou régionale (R) et/ou départementale (D) pour chaque groupe biologique ;
- Listes rouges ;
- Livres rouges ;
- Divers travaux concernant les espèces menacées ;
- Convention de Berne (IBE) ;
- Convention de Bonn (IBO).

L'ensemble des statuts réglementaires possède un sigle composé d'une première lettre en rapport avec leur échelle d'application (**I**nternationale, **C**ommunautaire, **N**ationale, **R**égionale, **D**épartementale) et d'une succession de lettres et de chiffres en lien avec le document de référence. Ces sigles sont directement issus de la base de connaissance « Statuts » des espèces de l'INPN (Régnier, C. & Gargominy, O. 2018).

L'ensemble des statuts et leurs sigles sont présentés en **Annexe 1**.

2.3.2. Evaluation des enjeux

Le terme *enjeu* ou *enjeu de conservation* correspond à un élément écologique auxquels les acteurs de la conservation de la biodiversité attribuent une valeur. Selon les contextes, il peut désigner une espèce, un habitat, une fonction. Il est souvent associé à un qualificatif (faible, modéré, fort par exemple) permettant de les hiérarchiser entre eux et d'établir des priorités de conservation. Les critères de hiérarchisation varient selon les méthodes de hiérarchisation et l'échelle à laquelle on raisonne.



ECO-MED a déterminé sa propre méthode de hiérarchisation des enjeux en se basant sur les recommandations faites par plusieurs guides de référence et en particulier :

- Cherrier, O., Rouveyrol, P., 2021. **Hiérarchisation des enjeux de conservation terrestres du réseau Natura 2000 français**. UMS Patrimoine Naturel - Ministère de la transition écologique.
- Collectif, 2021. **Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels** (No. 88), Cahiers techniques. OFB.

ECO-MED a construit son approche de façon à rester le plus objectif possible. Cependant il ne faut pas oublier que « *définir des priorités de conservation dans le domaine de la recherche ou de l'action reflètera toujours des valeurs anthropocentrées et seront toujours changeantes et contestées* » (Pullin *et al.*, 2013)

La méthode d'ECO-MED a été définie en tenant compte de l'objectif de la hiérarchisation et de l'objet de la hiérarchisation (Le Berre *et al.*, 2019). Ainsi, la hiérarchisation concerne les habitats ainsi que les espèces animales et végétales. Il s'agit de qualifier les enjeux de conservation sur des zones d'études faisant l'objet de projet d'aménagement. Leur taille varie de l'hectare à plusieurs dizaines d'ha (voire quelques centaines), superficie sensiblement inférieure aux zones Natura 2000 et autres espaces naturels protégés pour lesquels les guides méthodologiques ont été rédigés. Pour cette raison, ECO-MED a introduit la notion **d'enjeu de conservation à l'échelle de la zone d'étude ou enjeu zone d'étude (EZE)**.

L'enjeu de conservation à l'échelle de la zone d'étude (EZE) est défini en se basant sur :

- les données d'enjeu de conservation à une échelle plus grande, l'échelle départementale ou infra-départementale (petite région naturelle) selon les cas, et dénommé enjeu local de conservation (ELC) (Cf. les explications ci-dessous)
- des critères relatifs aux fonctionnalités écologiques, au degré de naturalité, et de rareté à l'échelle du voisinage de la zone d'étude (Cherrier et Rouveyrol, 2021). Ces différents critères correspondent à la notion d'importance de la zone d'étude pour les espèces ou l'habitat considéré (IZE) (Cf. les explications ci-après)

EZE, ELC, et IZE varie entre six classes d'intensité : nul, très faible, faible, modéré, fort, très fort.

■ Evaluation de l'enjeu local de conservation

Conformément aux recommandations des guides cités plus haut, l'enjeu local de conservation (ELC) est établi par ECO-MED en combinant divers critères reflétant la sensibilité des espèces ou des habitats, les pressions subies localement et la rareté à l'échelle locale.

Les critères sont les suivants :

- Étendue de la répartition géographique
- Bilan chorologique régional ou départemental
- Amplitude écologique des habitats
- Isolement de la population
- Dynamique d'évolution de l'espèce
- Degré de rareté dans l'aire du territoire considéré
- Existence de menaces
- Stratégie de reproduction
- Capacité de dispersion
- Résilience écologique
- Anthropophilie.

Cinq classes d'enjeu local de conservation peuvent ainsi être définies de façon usuelle, plus une sixième exceptionnelle :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul*
-----------	------	--------	--------	-------------	------

* La classe « enjeu local de conservation nul » ne peut être utilisée que de façon exceptionnelle pour des espèces exogènes plantées ou échappées dont la conservation n'est aucunement justifiée (ex : Laurier rose, Barbe de Jupiter, etc.).



Ainsi, les espèces sont présentées en fonction de leur enjeu de conservation local, dont les principaux éléments d'évaluation seront rappelés dans les monographies. De fait, il est évident que cette analyse conduit à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas protégées par la loi. Inversement, des espèces protégées par la loi mais présentant un faible voire un très faible enjeu local de conservation (Lézard des murailles par exemple, ou Rougegorge familier) peuvent ne pas être détaillées.

■ Evaluation de l'importance de la zone d'étude

L'importance de la zone d'étude (IZE) est déterminée à l'aide de quatre critères :

- L'importance fonctionnelle de la zone d'étude pour les espèces
- Rôle fonctionnel à l'échelle du paysage
- Rareté de la zone d'étude à l'échelle locale
- Degré de naturalité.

L'importance fonctionnelle de la zone d'étude fait référence à son rôle plus ou moins déterminant dans l'accomplissement du cycle de vie de l'espèce en question (reproduction, alimentation, hivernage, repos, etc.). Le rôle fonctionnel à l'échelle du paysage correspond aux notions de réservoir, de corridor, et de puits pour une espèce donnée (Collectif, 2021).

La rareté de la zone d'étude à l'échelle locale est appréciée en comparaison avec les habitats situés dans le voisinage immédiat.

Enfin le degré de naturalité correspond à la combinaison de l'intégrité biophysique de l'occupation du sol, de la spontanéité des processus écologiques sur le site et enfin à la continuité spatio-temporelle, conformément à la définition proposée par Guetté et al., 2018¹. Le degré de naturalité est qualifié à l'aide de la cartographie de naturalité potentielle établie dans le cadre du projet CARTNTAT piloté par l'UICN France (résolution 20 m).

Six classes d'importance de la zone d'étude sont définies :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nulle
-----------	------	--------	--------	-------------	-------

■ Evaluation de l'enjeu zone d'étude

Afin de conclure sur les enjeux à l'échelle de la zone d'étude, pour chaque espèce et chaque habitat, l'ELC est croisé avec l'IZE. L'EZE prend en règle générale la valeur de l'IZE, en étant majoré lorsque l'ELC de l'espèce est fort ou très fort, et minoré, lorsque l'ELC de l'espèce est faible ou très faible, en s'appuyant sur le tableau ci-dessous :

Tableau 16. Correspondance de l'Enjeu Zone d'Étude avec l'Importance de la Zone d'étude et l'Enjeu Local de Conservation

ELC \ IZE	Nulle	Très faible	Faible	Modérée	Forte	Très forte
Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
Très faible	Nul	Très faible	Très faible	Très faible	Faible	Faible
Faible	Nul	Très faible	Faible	Faible	Modéré	Modéré
Modéré	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Fort
Fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Fort	Très fort
Très fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Très fort	Très fort

¹ Guetté, A., Carruthers-Jones, J., Godet, L., Robin, M., 2018. « Naturalité » : concepts et méthodes appliqués à la conservation de la nature. Cybergeog: European Journal of Geography.

**Définition de l'enjeu « gîtes potentiels »**

Les arbres isolés qui sont identifiés correspondent à des arbres individuels qui ont été géoréférencés. Il s'agit pour la plupart d'arbres âgés.

En revanche, lorsque dans certains secteurs de la zone d'étude, les densités d'arbres favorables sont trop importantes pour pouvoir être géoréférencées individuellement, des entités ont été cartographiées, comprenant des densités plus ou moins importantes d'arbres favorables. Ces entités correspondent à des secteurs où les arbres-gîtes potentiels sont plus importants qu'ailleurs.

Les enjeux des arbres isolés et des entités plus globales (ensemble d'arbres présentant les mêmes enjeux) ont été notés en fonction de leurs degrés de « favorabilité » selon les critères décrits dans le tableau suivant.

Les autres gîtes potentiels (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) au sens large représentant l'un des enjeux principaux des prospections spécifiques ont été étudiés afin d'évaluer le degré d'intérêt de ceux présents au sein de la zone d'étude élargie.

Chaque gîte potentiel faisant l'objet de la présente expertise a été géolocalisé et noté en fonction de son degré de « favorabilité » selon les critères suivant :

Tableau 17. Matrice de calcul de l'enjeu des gîtes potentiels

Critères	Enjeu
- Arbre/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) jugé non favorable ou non potentiel (cas par exemple des simples dépressions)	Nul
- Arbre et autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) moyennement potentiel - Arbre présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères, en formation et intéressant à long terme/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères - Arbre pour lequel la visibilité depuis le sol ne permet pas l'attribution d'une note supérieure/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) pour lequel la visibilité depuis l'entrée ne permet pas l'attribution d'une note supérieure	Faible
- Arbre potentiellement favorable de par son diamètre et son âge/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) potentiellement favorable de par son diamètre d'entrée - Arbre et autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères, en formation et intéressants à moyen terme - Arbre pour lequel la visibilité depuis le sol ne permet pas l'attribution d'une note supérieure/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) pour lequel la visibilité depuis l'entrée ne permet pas l'attribution d'une note supérieure	Modéré
- Arbre potentiellement favorable de par son gros diamètre et son âge/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) potentiellement favorable de par son diamètre d'entrée et son orientation - Arbre présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères, en formations et intéressant à court terme/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères (traces de guano ou d'urine par exemple) - Arbre présentant quelques éléments favorables (écorces décollées, branches cassées) visibles/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments favorables visibles - Arbre pour lequel la visibilité depuis le sol ne permet pas l'attribution d'une note supérieure/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) pour lequel la visibilité depuis l'entrée ne permet pas l'attribution d'une note supérieure	Fort
- Arbre présentant plusieurs éléments (cavités, écorces décollées, branches cassées) susceptibles d'accueillir les chiroptères/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) - Arbre présentant des éléments susceptibles d'accueillir des chiroptères et dont le placement dans l'arbre est idéal (hauteur, encombrement autour, etc.)/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) abritant des chiroptères de manière avérée	Très fort



PARTIE 2 : ETAT ACTUEL DE LA BIODIVERSITE



1. RESULTAT DES INVENTAIRES

Par souci de lisibilité, seules certaines espèces font l'objet d'une monographie détaillée, selon les critères sélectifs présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 18. Critères de prise en compte des espèces dans l'état initial

	Enjeu zone d'étude					
	Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul
Présence avérée	oui	oui	oui	oui	non*	non*
Potentialité forte	oui	oui	oui	non*	non*	non*

Oui : prise en compte dans l'état initial

Non : non prise en compte dans l'état initial

** : Sauf espèce protégée*

1.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude se situe de façon prépondérante sur la commune de Fos-sur-Mer (une petite portion sur Port-Saint-Louis), en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans un contexte industriel-portuaire et côtier, au niveau de la zone industrielle située entre les darses n°1 et n°2.

Elle couvre des habitats marqués par les activités humaines et par la création des darses. Le terrain, essentiellement plat, est plus ou moins connecté aux nappes phréatiques et au golfe de Fos, ce qui crée différents gradients de salinité ainsi qu'un étagement de la végétation. Bien que l'ensemble de la zone ait autrefois été lié au fonctionnement du golfe de Fos ainsi qu'aux dynamiques lagunaires et dunaires, seules les zones les plus basses et les plus proches des eaux salées libres demeurent aujourd'hui fortement connectées aux apports marins. Ce sont ces secteurs qui conservent certaines caractéristiques des milieux anciennement présents dans le secteur.

En effet, bien que les terrains aient été remaniés lors de la création des darses dans les années 1960-1970, les apports en eau salée provenant du golfe de Fos ont permis le développement d'une végétation spécialisée et structurante, formant des habitats de sansouïres, de steppes à saladelles ou encore de marais salés. Ces habitats à enjeu, parfois d'intérêt communautaire, laissent progressivement place à des habitats secondaires plus ou moins rudéralisés, tels que des fourrés à tamaris ou des bosquets de pins d'Alep sur les zones les plus élevées.

La zone d'étude comprend principalement des habitats rudéralisés : routes, voies ferrées, sites industriels en activité et zones de stockage de matériel.

La zone sud est particulièrement impactée par les activités anthropiques successives depuis plus de 50 ans. Les bosquets de pins présents au nord de cette zone ont tous été débroussaillés et, à l'est, se trouve le site industriel d'Ascométal. Les secteurs les plus naturels se situent au sud, avec quelques prairies à joncs ainsi que des boisements de peupliers blancs et de tamaris, dont les contours sont délimités par des zones de remblai et par la présence de routes. Ces boisements ne présentent pas un état de conservation favorable en raison de la présence d'espèces exotiques végétales envahissantes (EVEE), telles que l'olivier de Bohême. Cette zone présente peu de points de connectivité avec les habitats environnants pour la faune, en raison des routes situées à l'est, des zones grillagées et du site industriel au nord, ainsi que de la présence d'une roubine au sud de la zone d'étude, ne comportant que deux points de franchissement.

La zone d'étude nord comporte davantage d'habitats naturels, mais sa connectivité avec les habitats alentour reste fortement réduite par la présence d'un merlon sableux bordant l'ensemble de la zone, ainsi que par la présence de conduites à l'ouest et de voies ferrées à l'est. L'ensemble de cette zone, principalement composé de tamaris entrelacés de pelouses sablonneuses, est colonisé par une espèce exotique végétale envahissante : l'herbe de la pampa.



Bosquet débroussaillé



Prairie à joncs



Pelouse psammophile



Zone de remblais



Boisement de tamaris et de peupliers blancs



Zone colonisée par l'herbe de la pampa

1.2. Habitats naturels

Avertissement préliminaire :

Cette partie concerne uniquement les enjeux liés aux habitats en tant que tels. Les aspects relatifs aux habitats d'espèces sont développés dans les parties relatives à chaque groupe biologique et en fin d'état initial (« Habitats d'espèces et fonctionnalités écologiques »).

Les habitats naturels décrits ci-dessous sont classés par ordre d'enjeu, l'enjeu le plus fort étant situé en haut. Pour chaque classe d'enjeu, les habitats sont alors listés en fonction de leur représentation relative dans la zone d'étude ; le premier habitat de chaque classe est celui qui a le recouvrement le plus important, le dernier est celui dont la superficie est la plus restreinte. Leur localisation est précisée dans la carte ci-après.



Tableau 19. Présentation des habitats naturels

Illustration	Habitat naturel	Surface (ha)	Code EUNIS	Code CORINE Biotopes	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'Etude
	Fourrés ouest-méditerranéens de Tamaris	10,594	F9.31 31	44.8131	92D0	H.	Défavorable inadéquat	Modéré
Photo non disponible	Boisement de Peupliers blancs et noirs et fourré à Tamaris	6,354	G1.31 x F9.31 31	44.8131 x 44.61	92A0 x 92D0	H. x H.	Défavorable inadéquat	Modéré
	Pelouse d'annuelles psammophiles	2,097	E1.61 x B1.49	34.81 x 16.229	-	- x p.	Défavorable inadéquat	Modéré
	Peupleraie à Peupliers blancs	0,531	G1.31	44.61	92A0	H.	Défavorable inadéquat	Modéré



Partie 2 : Etat initial

	Peupleraie à Peupliers blancs et fourré à Tamaris	0,415	G1.31 x F9.31 31	44.8131 x 44.61	92A0 x 92D0	H. x H.	Défavorable inadéquat	Modéré
	Peupleraie à Peupliers blancs, fourré à Tamaris et roncier	0,404	G1.31 x F9.31 31 x F3.13 1	44.8131 x 44.61 x 31.831	92A0 x 92D0	H. x H. x p.	Défavorable inadéquat	Modéré
	Fourré ouest-méditerranéens de Tamaris et Roncier	0,395	F9.31 31 x F3.13 1	44.8131 x 31.831	92D0	H. x p.	Défavorable inadéquat	Modéré
	Peupleraie à Peupliers blancs, Peupliers noirs, fourré à Tamaris et friche	0,317	G1.31 x F9.31 31 x E5.1	44.8131 x 44.61 x 87	-	H. x H. x p.	Défavorable inadéquat	Modéré



Partie 2 : Etat initial

	Phragmitaie et peupleraie à Peupliers blancs	0,144	C3.21 x G1.31	44.61 x 53.11	92A0	H. x H.	Défavorable inadéquat	Modéré
	Prairie à joncs	0,132	A2.52 2	15.51	1410	H.	Défavorable inadéquat	Modéré
Photo non disponible	Peupleraie à Peupliers blancs et noir	0,083	G1.31	44.61	92A0	H.	Défavorable inadéquat	Modéré
	Pins épars suite à une coupe récente	1,56	G5.8 x G3	31.87 x -		-	Défavorable inadéquat	Faible



Partie 2 : Etat initial

	Pelouse psammophile à joncs	1,114	A2.52	15.5	1410	H.	Défavorable inadéquat	Faible
	Friche psammophile	0,968	B1.49 x E5.1	16.229 x 87	-	p. x p.	Défavorable inadéquat	Faible
	Dune mobile	0,817	B1.3	16.21	-	p.	Défavorable inadéquat	Faible
	Phragmitaie et roncier	0,655	C3.21 x F3.13 1	53.11	-	H.	Défavorable inadéquat	Faible



Partie 2 : Etat initial

	Boisement rudéral fragmenté de Peupliers noirs	0,585	G1.31	44.61	-	H.	Défavorable inadéquat	Faible
	Pelouse à armoise	0,573	B1.4	16.22	-	p.	Défavorable inadéquat	Faible
Photo non disponible	Friche à roncier et fourré à Tamaris	0,374	E5.1 x F3.13 1 x F9.31 31	87 x 44.8131 x 31.831	-	p. x H. x p.	Défavorable inadéquat	Faible
	Reprise de peupleraie à Peupliers blancs	0,326	G1.31 x G5.6	44.61 x -	-	H. x -	Défavorable inadéquat	Faible



Partie 2 : Etat initial

	Bosquet de Pins maritimes	0,198	G5.4	84.3	-	p.	Favorable	Faible
	Zone débroussaillée ponctuée de Peupliers noirs	0,12	G5.8 x G1.31	31.87	-	p.	Défavorable inadéquat	Faible
Photo non disponible	Fourré	0,109	F3.1	-	-	-	Défavorable inadéquat	Faible
Photo non disponible	Pelouse sablonneuse dominée par les Cistes à feuilles de sauge	0,069	B1.49	16.229	-	p.	Défavorable inadéquat	Faible
Photo non disponible	Haie	0,061	FA.4	-	-	-	Défavorable inadéquat	Faible
	Phragmitaie	0,051	C3.21	53.11	-	H.	Défavorable inadéquat	Faible



Partie 2 : Etat initial

	Mare et pelouse à joncs	0,04190273	C1.66 x A2.52	- x	1410	- x H.	Défavorable inadéquat	Faible
	Friche rudérale	8,84	E5.1	87	-	p.	Défavorable inadéquat	Très faible
	Zone récemment débroussaillée	4,836	G5.8	31.87	-	-	Défavorable mauvais	Très faible
	Végétation rudérale	1,607	E5.1	87	-	p.	Défavorable inadéquat	Très faible



Partie 2 : Etat initial

	Surface rudérale à végétation clairsemée	1,216	H x J6.5	- x 86.42	-	-	Défavorable mauvais	Très faible
	Pelouse sablonneuse colonisée par l'Herbe de la pampa	1,169	B1.49 x E5.1	16.229 x 87	-	p. x p.	Défavorable mauvais	Très faible
	Friche rudérale à Romarin	0,306	E5.1 x F6.12	87 x 32.42	-	p. x -	Défavorable inadéquat	Très faible
	Jardin ornemental	0,137	I2.21	85.31	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible



Partie 2 : Etat initial

	Canal d'eau non salée complètement artificiel	0,09	J5.41	89.22	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible
	Fourré à Olivier de Bohême	0,044	G5.2	84.3	-	-	Défavorable mauvais	Très faible
	Roncier	0,042	F3.13 1	31.831	-	p.	Défavorable inadéquat	Très faible
	Surface industrialisée en exploitation	19,078	H x J6	-	-	-	Non évaluable	Nul



Partie 2 : Etat initial

	Route et piste	6,294	H5.6 x J4.2	-	-	-	Non évaluable	Nul
	Réseau ferroviaire	2,303	J4.3	86.43	-	-	Non évaluable	Nul
	Parking	1,15	J4	-	-	-	Non évaluable	Nul
	Bâtiment	0,68	J1.4	86.3	-	-	Non évaluable	Nul



Partie 2 : Etat initial

	Zone graveleuse	0,134	H5	-	-	-	Non évaluable	Nul
Photo non disponible	Dépôt de déchets issus du bâtiment	0,074	J6.1	-	-	-	Non évaluable	Nul

* Habitat d'intérêt communautaire « prioritaire »



Carte 21 : Habitats naturels – Classification EUNIS - 1/2



HABITATS NATURELS - CLASSIFICATION EUNIS - LÉGENDE	
Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)	
Code EUNIS - Intitulé	
A2.52 - Pelouse psammophile à joncs	G1.31 - Peupleraie à Peupliers blancs et noir
A2.522 - Prairie à joncs	G1.31 x F9.3131 - Boisement de Peupliers blancs et noirs et fourré à Tamaris
B1.3 - Dune mobile	G1.31 x F9.3131 - Peupleraie à Peupliers blancs et fourré à Tamaris
B1.4 - Pelouse à armoise	G1.31 x F9.3131 x E5.1 - Peupleraie à Peupliers blancs, Peupliers noirs, fourré à Tamaris et friche
B1.49 - Pelouse sablonneuse dominée par les Cistes à feuilles de sauge	G1.31 x F9.3131 x F3.131 - Peupleraie à Peupliers blancs, fourré à Tamaris et roncier
B1.49 x E5.1 - Friche psammophile	G1.31 x G5.6 - Reprise de peupleraie à Peupliers blancs
B1.49 x E5.1 - Pelouse sablonneuse colonisée par l'Herbe de la pampa	G5.2 - Fourré à Olivier de Bohême
C1.66 x A2.52 - Mare et pelouse à joncs	G5.4 - Bosquet de Pins maritimes
C3.21 - Phragmitaie	G5.8 - Zone récemment débroussaillée
C3.21 x F3.131 - Phragmitaie et roncier	G5.8 x G1.31 - Zone débroussaillée ponctuée de Peupliers noirs
C3.21 x G1.31 - Phragmitaie et peupleraie à Peupliers blancs	G5.8 x G3 - Pins épars suite à une coupe récente
E1.61 x B1.49 - Pelouse d'annuelles psammophiles	H x J6 - Surface industrialisée en exploitation
E5.1 - Friche rudérale	H x J6.5 - Surface rudérale à végétation clairsemée
E5.1 - Végétation rudérale	H5 - Zone graveleuse
E5.1 x F3.131 x F9.3131 - Friche à roncier et fourré à Tamaris	H5.6 x J4.2 - Route et piste
E5.1 x F6.12 - Friche rudérale à Romarin	I2.21 - Jardin ornemental
F3.1 - Fourré	J1.4 - Bâtiment
F3.131 - Roncier	J4 - Parking
F9.3131 - Fourrés ouest-méditerranéens de Tamaris	J4.3 - Réseau ferroviaire
F9.3131 x F3.131 - Fourré ouest-méditerranéens de Tamaris et Roncier	J5.41 - Canal d'eau non salée complètement artificiel
FA.4 - Haie	J6.1 - Dépôt de déchets issus du bâtiment
G1.31 - Boisement rudéral fragmenté de Peupliers noirs	Zone d'étude
G1.31 - Peupleraie à Peupliers blancs	



Sources : G.COUENON / ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 27/04/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 100 200 300 Mètres

Carte 22 : Habitats naturels – Classification EUNIS - 2/2



1.3. Zones humides

1.3.1. Contexte environnemental

➤ Analyse diachronique

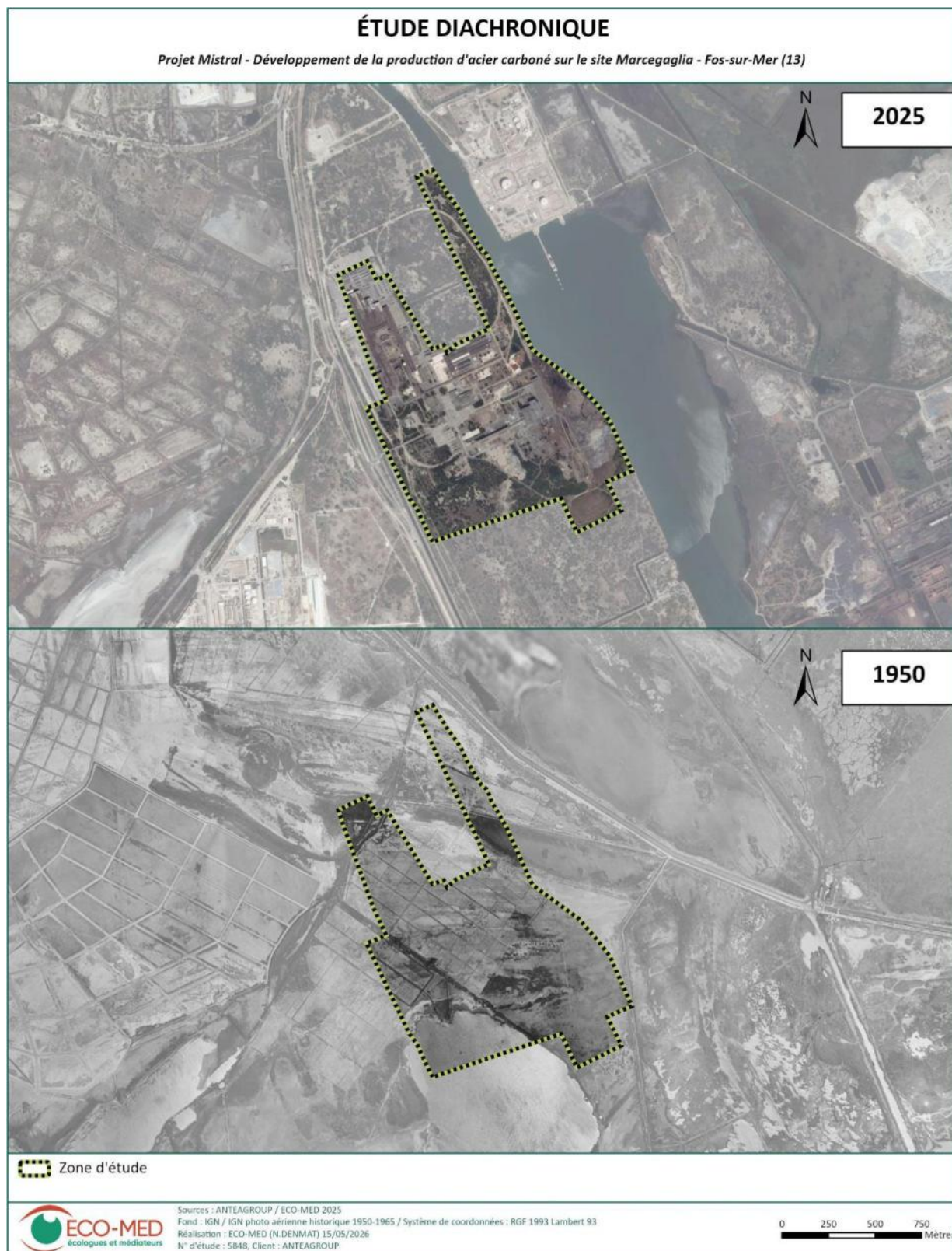
L'utilisation de données cartographiques et de sites spécialisés comme Géoportail permettent non seulement d'obtenir des informations sur le contexte hydro-géomorphologique du site d'étude mais également de visualiser son évolution au fil du temps.

Une analyse diachronique sur le contexte du golfe de Fos permet d'alimenter facilement les différentes discussions sur le contexte paysager actuel de l'aire d'étude.

Cette baie est un haut lieu de biodiversité du fait du contexte paysager et humain qui s'entremêlent via les divagations du Rhône dans son delta Camarguais qui vient se choquer contre la steppe de Crau et sa nappe. Des plages immenses et une matrice fluvio-lacustre étaient alors prédominantes il y a encore quelques siècles. Quelques affleurements calcaires viennent également ponctuer le secteur et accroître l'originalité de cette partie orientale de la Camargue. Au 18^{ème} siècle, l'aire d'étude était donc dans un entre-deux composé de marais littoraux, dunes, lagunes saumâtres et plages.

Au cours des 19 et 20^{ème} siècle, les endiguements, la création du canal d'Arles à Bouc et l'installation de salins commencent à modeler le territoire et à y régulariser la présence humaine. Ces salins s'étendaient également jusque dans l'aire d'étude et les vestiges sont encore visibles à l'ouest en ceinture de la lagune du Caban. Ces changements de paysages ont effectivement modifié la composition des cortèges du vivant mais ces pratiques relativement extensives dans un contexte de très forte naturalité n'étaient alors pas des menaces franches sur la conservation locale des espèces.

Dans les années 60, la darse contre laquelle s'appuie l'actuelle aciérie voit le jour. Dès cette période, le golfe connaît une restructuration industrielle. La darse et les plateformes industrielles associées ont lourdement affecté le paysage sur l'aire d'étude. Les horizons de sol y ont été complètement déstructurés (mélangeant sables, limons, poudingue et calcaires) et des apports importants de terres extérieures ont remblayé massivement le paysage naturel. De grandes surfaces d'habitats ont donc disparu en quelques décennies et l'écosystème local en a été fortement affecté. Actuellement, les pollutions (matérielles, chimiques, biologiques, sonore, visuelles, olfactives, etc.), le renforcement du tissu industriel et tous les effets induits continuent encore d'accabler la biodiversité du secteur et de l'aire d'étude. On aperçoit malgré tout une résilience vers des habitats très secondaires permettant de soutenir une partie de la biodiversité ayant réussi à se maintenir.



Carte 23 : Comparaison du secteur d'étude en vue aérienne entre 1950 et 2025

Source : Géoportail

Autour des années 1950, le secteur présentait un contexte naturel composé essentiellement de prés salés, sansouïres et de plans d'eau où la présence humaine se limitait à des canaux et des salins.



➤ Contexte géologique

La carte géologique (vecteur harmonisé) au 1/50 000^{ème} du BRGM révèle que la zone d'étude se situe sur des sables et des vases datant de l'Holocène.

Comme expliqué précédemment, le sol de la zone d'étude correspond à des remblais de sédiments (sables) dragués lors du creusement des bassins à l'intérieur du port de Fos-sur-Mer (darse) dans les années 1970. Ces sables ont été déposés sur des milieux naturels composés essentiellement de prés salés, sansouïres et de plans d'eau. **Avant les aménagements anthropiques, le secteur était composé, à l'image de la Camargue, de zones humides.**

➤ Contexte hydrologique et hydrogéologique

La zone d'étude est située le long de la Darse 1. Une roubine circule également à proximité du site en étant connectée à la darse. Le site se trouve également en limite du delta du Rhône dont l'embouchure se situe à quelques kilomètres plus à l'ouest. Ces milieux peuvent aussi bien alimenter la zone humide lors des périodes de hautes eaux que jouer un rôle de drains pendant les périodes sèches, l'eau s'évacuant de la zone humide aux zones basses.

D'après la carte des risques de remontée de nappes (<https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/>), la majorité de la zone d'étude est potentiellement sujette aux inondations de cave. Ce phénomène, provoqué par des événements pluvieux intenses, entraînant une remontée de la nappe entre 0 et 5 mètres de profondeur. Quelques zones semblent toutefois sujettes aux débordements de nappe (remontée de la nappe à la surface).

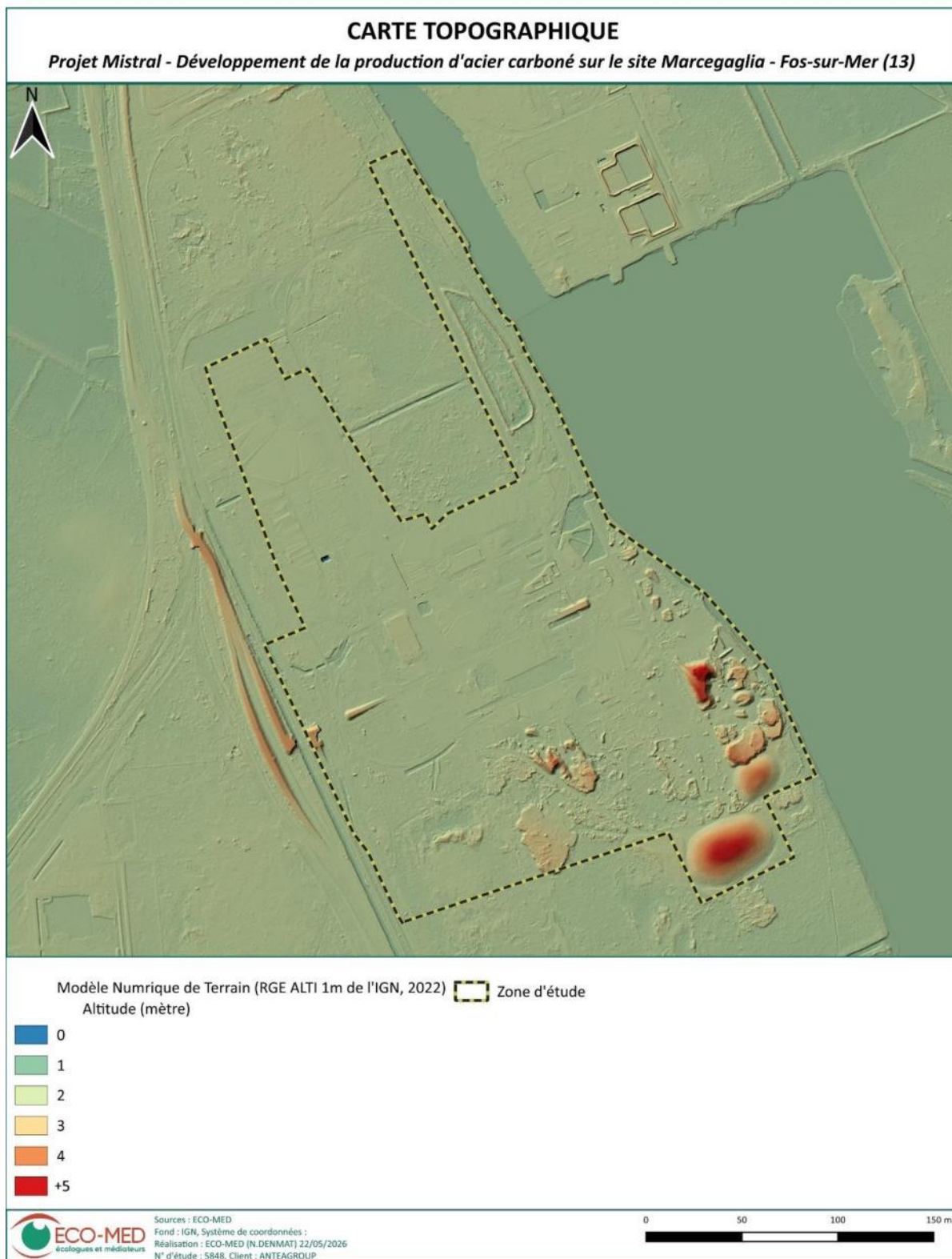
Pour finir, la zone d'étude serait en relation avec la masse d'eau libellé « Limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et de la Camargue » (code FRDG504). C'est une nappe classée majoritairement libre, en « Frange littorale avec risque d'intrusion saline ».

L'alimentation en eau de la zone d'étude semble donc possible.

➤ Contexte topographique

La zone d'étude présente une élévation minimale alignée sur le niveau de la mer, localisée à l'est lorsque le site est en contact avec la darse. L'altitude du reste de la zone d'étude est dans sa totalité comprise entre 0 et 5m, avec une altitude moyenne autour de 2m pour la majorité de la zone d'étude, élévation correspondant au remblaiement effectué dans les années 1960/1970 à partir des matériaux extraits lors du creusement de la darse 1.

Ce relief est inégal sur l'ensemble du site, il est le résultat des aménagements anthropiques depuis les années 1960.



Carte 24 : Carte topographique de 2022 de la zone d'étude

➤ Prélocalisation des zones humides

La carte de probabilité de présence seuillée des zones humides est un projet réalisé en partenariat entre PatriNat (OFB-MHNN-CNRS-IRD), l'Université de Rennes 2, l'Institut Agro Rennes Angers, l'INRAE et la Tour du Valat en 2023.

Cette cartographie nationale consiste à pré-localiser les zones et les milieux humides sur le territoire métropolitain. La carte de probabilité de présence seuillée permet de connaître la probabilité de présence des zones humides, seulement là où elle est significative et de distinguer les surfaces en eau et urbanisées. Ce jeu de données n'a pas de poids réglementaire mais permet d'orienter les prospections in situ et peut aider dans l'examen du sol.

Ces données classent la zone d'étude comme « milieu probablement humide artificialisé ».



Carte 25 : Prélocalisation des zones humides au sein de la zone d'étude



➤ Synthèse

Aujourd'hui, l'ensemble des conditions hydrogéomorphologiques semble favorable à la présence et aux développements de zones humides.

Mais la zone d'étude correspond à un milieu remanié et anthropisé qui a été aménagé sur d'anciennes zones humides. Les pollutions diverses et remaniements des remblais sableux dus à l'aménagement du site et à destination des futures implantations d'usines, entraînent des modifications dans la topographie des zones d'étude, ce qui a des répercussions directes sur le fonctionnement hydrologique, biogéochimique et écologique des zones humides présentes.

En conséquence, les zones humides identifiées comme telles par la réglementation sont en réalité très dégradées.

1.3.2. Délimitation des zones humides au regard des critères habitat et végétation

Les prospections réalisées par Naturalia en 2022 et actualisées par ECO-MED en 2026 dans la zone d'étude ont permis la caractérisation et la délimitation des zones humides éventuelles au regard du critère de la végétation, comme le stipule l'arrêté du 24 juin 2008 et du 1^{er} octobre 2009. Parmi les habitats naturels identifiés au sein de la zone d'étude, 8 habitats et 11 complexes d'habitats sont cotés « H » compte tenu de la présence d'une végétation caractéristique des zones humides :

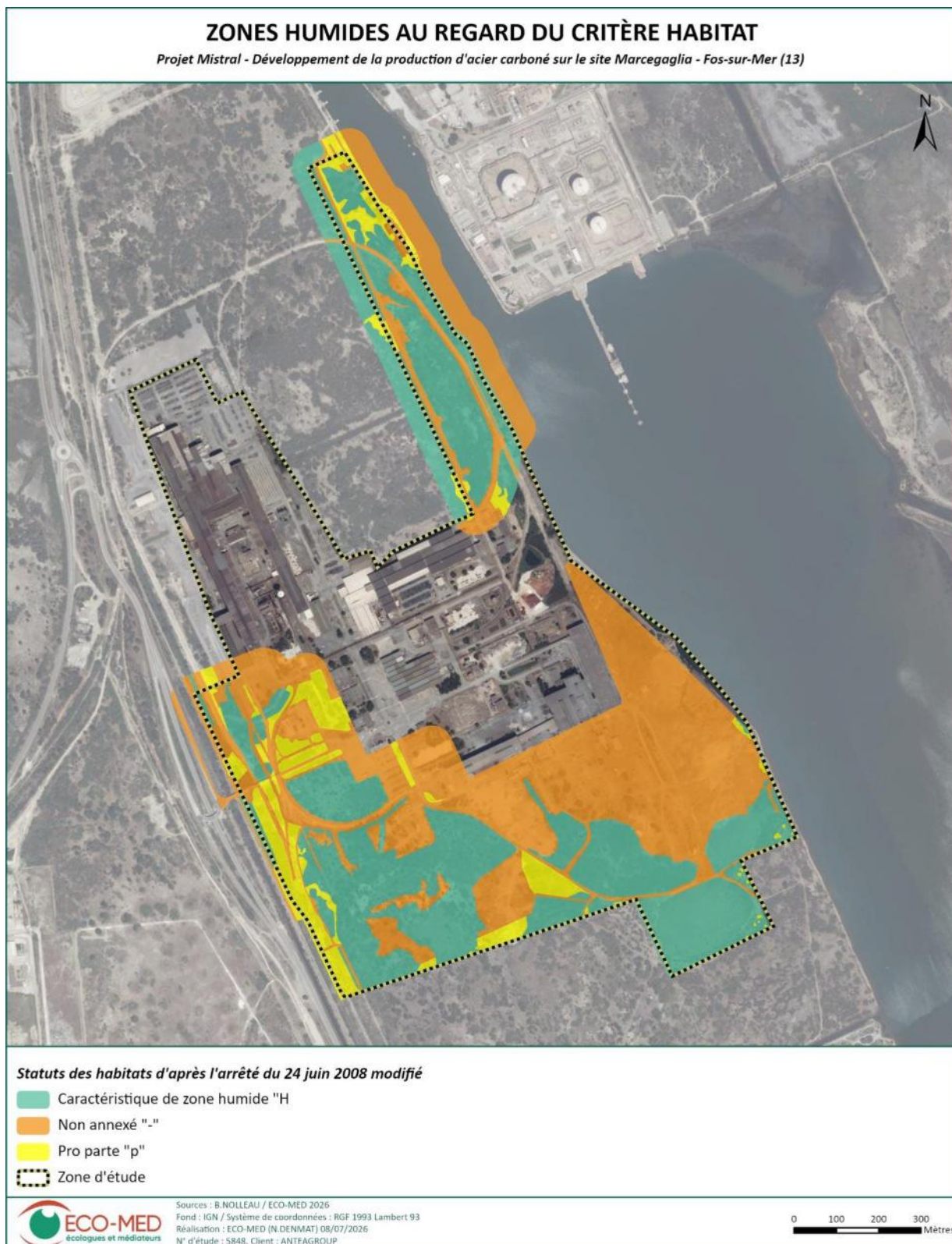
- Fourrés méditerranéens à tamaris et prairie humide haute méditerranéenne (code EUNIS : F9.3131 x E3.1, code CORINE : 44.8131 x 37.4, surface : 12,50 ha)
- Boisement de Pin d'Alep x zone rudérale humide (code EUNIS : G3.42 x I1.54, code CORINE : 42.52 x 87.1, surface : 2,27 ha)
- Fourré méditerranéen à tamaris (code EUNIS : F9.3131, code CORINE : 44.8131, surface : 1,93 ha)
- Prés salés à Scirpe du Midi (code EUNIS : A2.522, code CORINE : 15.51, surface : 1,57 ha)
- Roncier humide (code EUNIS : F3.131, code CORINE : 31.831, surface : 0,62 ha)
- Marais, prés, fourrés, gazons et steppes salés (code EUNIS : A2.522 x A2.526, code CORINE : 15.51 x 15.61, surface : 0,13 ha)
- Plan d'eau stagnante et jonchaie (code EUNIS : C1 x A2.531A, code CORINE : 22 x 15.33A, surface 0,1 ha)
- Phragmitaie (code EUNIS : C3.21, code CORINE : 53.11, surface : 0,1 ha)
- Phragmitaie, roncier et zone rudérale (code EUNIS : C3.21 x F3.131 x I1.52, code CORINE : 53.11 x 31.831 x 87.1, surface : 0,24 ha)
- Prairie humide haute méditerranéenne (code EUNIS : E3.1, code CORINE : 37.4, surface : 0,33 ha)
- Prairie humide haute méditerranéenne, fourré méditerranéen à tamaris et boisement de peupliers (code EUNIS : E3.1 x F9.3131 x G1.A, code CORINE : 37.4 x 44.8131 x 41.H, surface : 0,49 ha)
- Prairie humide à jonc (code EUNIS : 37.2, code CORINE : E3.4, surface : 0,44 ha)
- Fourré méditerranéen à tamaris et boisement de peuplier noir (code EUNIS : F9.3131 x G1.A, code CORINE : 44.8131 x 41.H, surface : 0,13 ha)
- Boisement humide à frêne à feuilles étroites (code EUNIS : G1.33, code CORINE : 44.63, surface : 0,33 ha)
- Boisement humide x Phragmitaie (code EUNIS : G1.A x C3.21, code CORINE : 41.H x 53.11, surface : 0,19 ha)
- Accru de Peuplier noir (code EUNIS : G5.61, code CORINE : 31.8D, surface : 0,24)
- Fourré de Peuplier x Roncier (code EUNIS : G5.61 x F3.131, code CORINE : 31.8D x 31.831, surface : 0,48 ha)
- Zone rudérale humide (code EUNIS : I1.54, code CORINE : 87.1, surface : 0,51 ha)
- Canal avec phragmitaie (code EUNIS : J5.41 x C3.21, code CORINE : 89.22 x 53.11, surface : 0,5 ha)



Le secteur correspond à des milieux humides moyennement voire très dégradés où divers habitats classés « H » au sens de la réglementation se développent. Dans les zones les plus impactées par l'anthropisation, la végétation n'est pas systématiquement humide. Des inventaires pédologiques sont nécessaires sur les habitats pro-parte (« p ») ou non annexés (« - ») afin de déterminer si le sol peut être considéré comme sol de zone humide.

Au regard des critères réglementaires stricts « habitat et végétation » et sans analyse fonctionnelle, les zones humides délimitées selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1^{er} octobre 2009 présentent une superficie totale de 36,38 ha.

Ces éléments ne sont pas de nature à déterminer la qualité et les fonctionnalités de ces zones humides.



Carte 26 : Statut des habitats d'arrêté du 24 juin 2008 modifié

1.3.3. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux espèces hygrophiles

Ce critère de délimitation est un protocole très chronophage qui n'a pas été jugé pertinent de réaliser compte tenu de la surface importante de la zone d'étude et de l'absence de doute raisonnable de présence de zones humides en dehors des habitats « H ». En effet ce protocole intervient lorsque des espèces hygrophiles sont identifiées dans des habitats cotés « p » ou non annexés à l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1^{er} octobre 2009.

1.3.4. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

Afin de compléter la délimitation des zones humides, une expertise pédologique s'appuyant sur des critères hydrologiques et topographiques a été menée. Au total, 30 sondages pédologiques ont été réalisés dans les secteurs les plus susceptibles de correspondre à une zone humide.

Plus précisément, les sondages ont été réalisés :

- A proximité des habitats caractéristiques de zones humides cotés « H » afin de délimiter les contours de la zone humide avérée ;
- Au sein des habitats cotés « p » ou non annexés à l'arrêté du 24 juin 2008 et du 1^{er} octobre 2009, afin de statuer sur le caractère humide ;
- En tenant compte de la topographie, c'est-à-dire les zones les plus basses, les faibles pentes ou la présence de cuvettes topographiques qui pourraient avoir une fonction de rétention des eaux et au sein des zones présentant une probabilité de présence d'une zone humide significative.

D'un point de vue géologique, la zone d'étude se trouve sur des sables de l'holocène. (Notation V, Source : BRGM). Le type de sol n'est pas renseigné en raison de sa nature artificielle et totalement d'origine anthropique.

Les résultats des sondages pédologiques figurent dans le tableau ci-après. Les sols caractéristiques de zones humides identifiés ont été classés d'après les classes d'hydromorphie du groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée (GEPPA, 1981), en fonction de l'intensité et de la profondeur des traits rédoxiques, réductiques et histiques rencontrés lors des sondages. **Parmi ces sondages, un seul est considéré comme caractéristique de zones humides. Lui seul est illustré par une photographie.**



Sondage n°1, Caractéristique (GEPPA VId) - Anthropol


Tableau 20. Résultats des sondages pédologiques

Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Type de sol	Hydromorphie			Présence de la nappe (cm/TN)	Classification GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductique (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
S01	50	Sableuse	Anthroposols	Non	Oui, à partir de 30cm	Non	Non	Vld	Humide
S02	10	Sableuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S03	90	Sableuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-II	Non humide
S04	5	Sableuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S05	5	Limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S06	5	Limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S07	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S08	5	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S09	5	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S10	80	Sableuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-II	Non humide
S11	70	Sablo-limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-II	Non humide
S12	80	Sablo-limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-II	Non humide
S13	25	Limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S14	30	Limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S15	40	Sablo-limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide

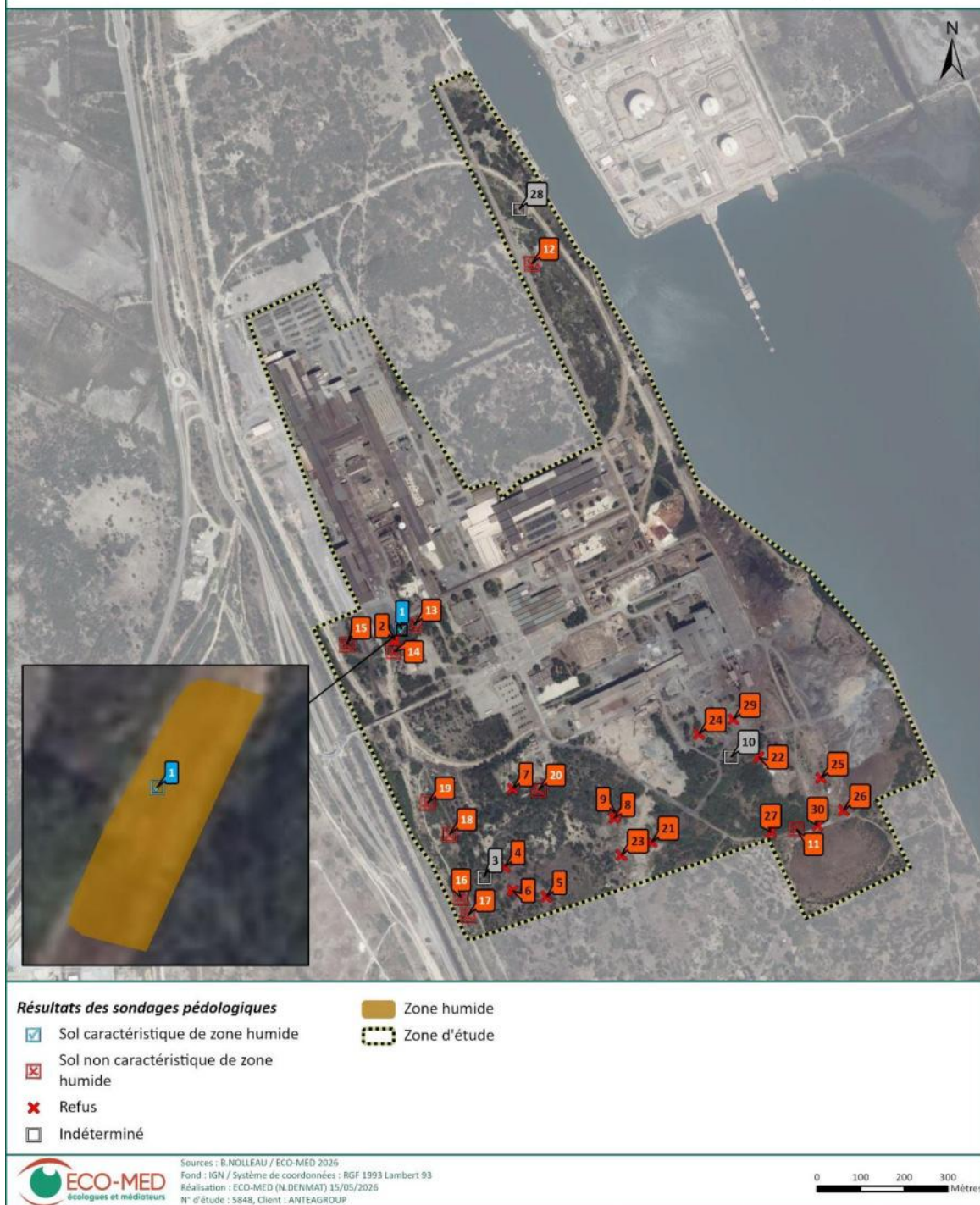


Partie 2 : Etat initial

Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Type de sol	Hydromorphie			Présence de la nappe (cm/TN)	Classification GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductique (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
S16	50	Sablo-limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S17	50	Sablo-limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S18	50	Sablo-limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S19	50	Sablo-limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S20	50	Sableuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-III	Non humide
S21	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S22	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S23	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S24	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S25	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S26	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S27	5	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S28	70	Sableuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	I-II	Non humide
S29	0	-	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé
S30	5	Limoneuse	Anthroposols	Non	Non	Non	Non	-	Indéterminé

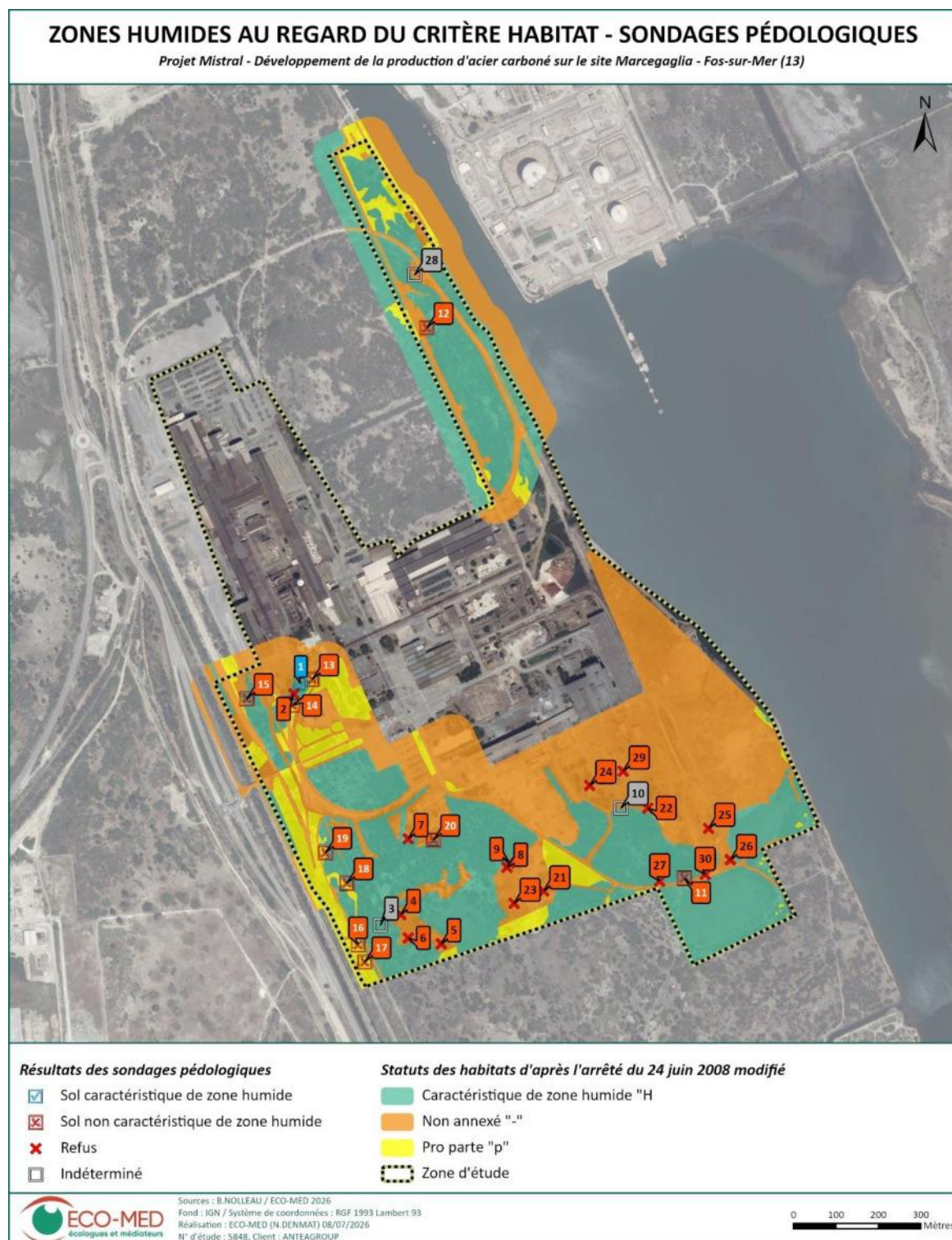
ZONES HUMIDES AU REGARD DU CRITÈRE PÉDOLOGIQUE

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Carte 27 : Résultats des sondages pédologiques

En complément, une carte superposant les types d'habitats (H, p, non annexés) avec les sondages pédologiques a été réalisée. Le but est de pouvoir vérifier que les sondages ont été positionnés dans les habitats nécessitant d'appliquer le critère pédologique.



Carte 28 : Résultats des sondages pédologiques et statut des habitats



Un **horizon rédoxique** apparaît lors de la succession dans le temps de processus de réduction du fer en conditions anaérobies, c'est-à-dire durant les périodes de saturation en eau. Les ions fer présents prennent alors la forme de fer réduit ou ferreux (Fe^{2+}), solubles dans l'eau du sol. Puis, durant les périodes de ressuyage, le processus d'oxydation du fer s'opère lorsque l'oxygène circule à nouveau dans les sols. Le fer est alors immobilisé sous sa forme oxydée ou ferrique (Fe^{3+}), insoluble. Les horizons rédoxiques sont caractérisés par une juxtaposition de traînées claires appauvries en fer, et de taches de couleur rouilles, enrichies en fer, le tout sur fond matriciel plus foncé (brun-ocre).

L'immobilisation du fer sous forme de taches rouilles est permanente, visible quel que soit l'état hydrique du sol et se maintiennent lorsque le sol est de nouveau saturé en eau. Ces immobilisations du fer tendent ainsi à former peu à peu des accumulations localisées de fer donnant des taches ou des concrétions d'oxyde de fer de couleur rouille. Ces processus d'oxydoréduction peuvent aussi entraîner la formation de nodules ferro-manganiques noirs et friables.

Un **horizon réductique** se forme en conditions anaérobies, c'est-à-dire quand le sol est saturé en eau pendant de longues périodes. Les ions fer présents prennent alors la forme de fer réduit (Fe^{2+}). Cette réduction du fer entraîne dans un même temps sa mobilisation car le fer est insoluble sous sa forme oxydée (Fe^{3+}). Sa distribution est alors homogène au sein de l'horizon, c'est pourquoi les horizons réductiques sont uniformément gris-bleu-(verdâtre).

Le sondage **S01 a été identifié comme caractéristique de zone humide** en raison de l'observation de traits **réductiques** marqués et débutant à moins de 50 cm de la surface du sol. Il a donc été classé dans la catégorie « Vld » du GEPPA.

Un **horizon histique** se forme lorsque l'anaérobiose due à l'engorgement permanent provoque un ralentissement de l'activité biologique qui se traduit par une accumulation de la matière organique non décomposée (débris végétaux). On obtient ainsi des sols très marécageux, voire des sols tourbeux (blocage de la minéralisation) lorsque les conditions de milieu réunissent, en plus d'un bilan hydrique positif (apports supérieurs aux pertes), des températures basses et un pH très acide ou alcalin.

Les sondages **S02 à S30** n'ont présenté aucune trace d'hydromorphie, ils sont donc considérés comme non caractéristiques de zones humides.

Par ailleurs, une grande partie de la zone d'étude présente des sols sableux et donc très pauvres en fer. Dans ces conditions, l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels. Ces sols correspondent ainsi à des cas particuliers d'après l'arrêté du 24 juin 2008 modifié. Dans ce cas de figure, **l'expertise pédologique ne permet pas de conclure sur l'absence ou la présence de zone humide et le résultat des sondages reste indéterminé.**

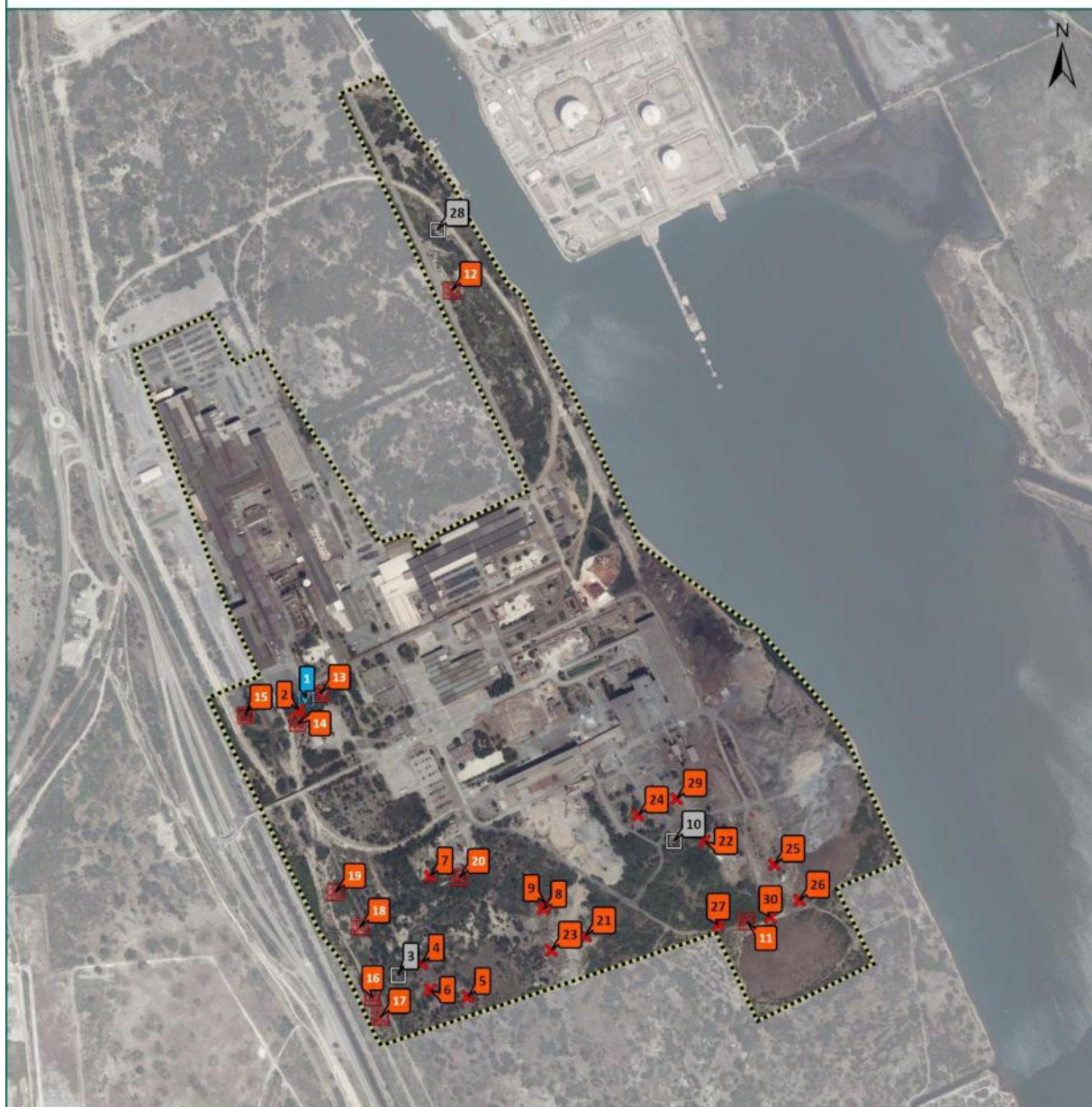
Lors de la réalisation des sondages, une limite technique a été identifiée, d'ordre purement mécanique. Les sondages s'effectuant manuellement, il n'est pas toujours possible d'atteindre la profondeur maximale des sondages fixée « de l'ordre de 1,20 m si c'est possible » d'après l'arrêté, en raison notamment de la présence d'horizons à forte charge en éléments grossiers, d'une roche mère cohérente à faible profondeur, ou d'horizons argileux durcis en profondeur. En milieux forestiers, les racines des arbres peuvent également limiter la profondeur des sondages. Dans le cas présent, une forte teneur en éléments grossiers directement à la surface due à la nature anthropique de certains sols n'a pas pu conduire à des sondages dépassant 5cm. Dans ces conditions il n'est pas possible de statuer sur la nature humide ou non du sondage, par conséquent les sondages concernés ont également été qualifiés « indéterminé ». C'est le cas des sondages **S04 à S09, S21 à S27 et S30.**

Selon les résultats des sondages réalisés et au regard des critères topographiques et hydrologiques, **une zone humide au regard du critère pédologique a été avérée dans la zone d'étude.** Cette zone humide est localisée aux abords du fossé en eau au nord de la zone d'étude.

Au regard du critère pédologique, les zones humides délimitées selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1^{er} octobre 2009 présentent une superficie totale de 0,02 hectares.

RÉSULTATS DES SONDAGES PÉDOLOGIQUES

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Résultats des sondages pédologiques

- ☒ Sol caractéristique de zone humide
- ☒ Sol non caractéristique de zone humide
- ☒ Refus
- ☐ Indéterminé

Zone d'étude

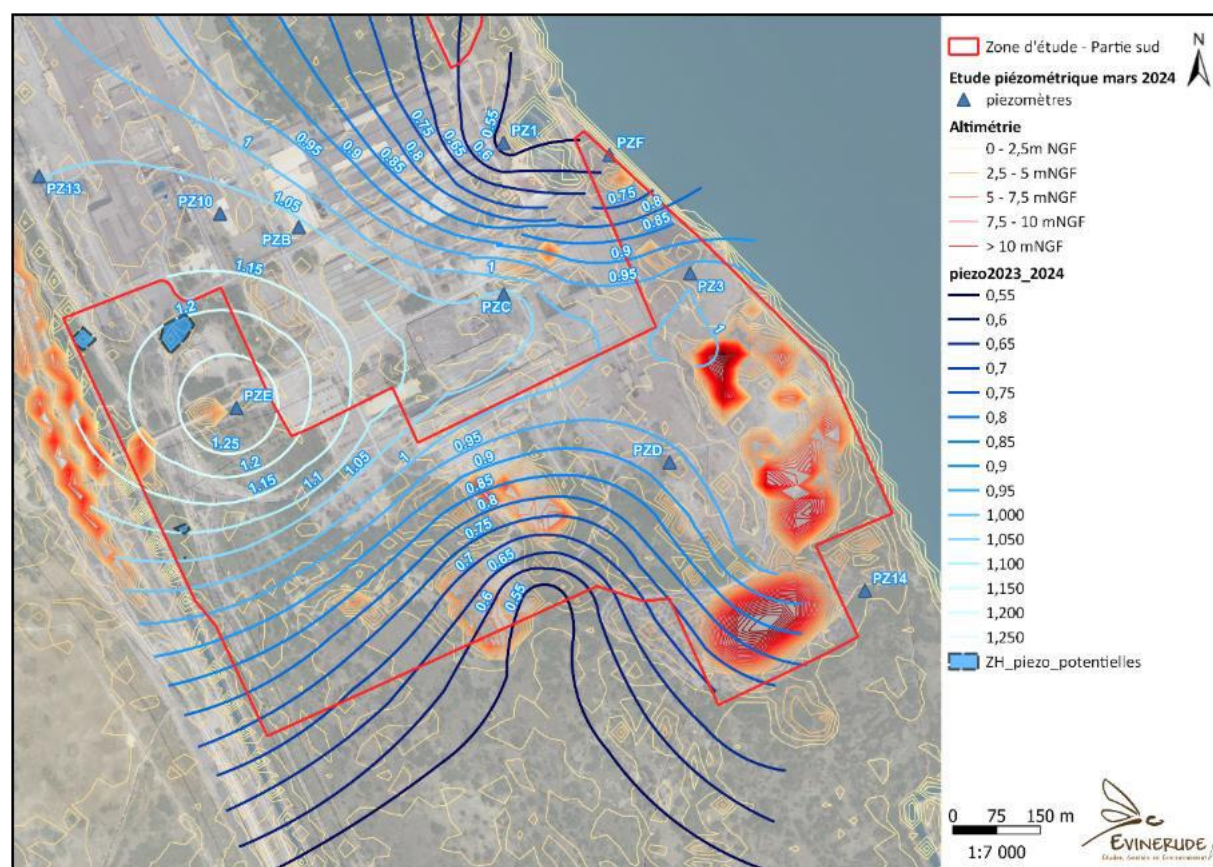
Carte 29 : Zone humide avérée au regard du critère pédologique



La nature du sol sableux sur l'ensemble du site est cependant la raison d'un grand nombre de sondages pédologiques indéterminés, en effet sur ce type de substrat les traces hydromorphiques sont difficiles à détecter. Pour pallier à cela une étude piézométrique a été menée sur l'année 2023-2024.

Les cartes suivantes présentent les isopièzes retrouvés sur les zones d'étude nord et sud et basés sur les données mesurées en mars 2023 pour la zone nord et en mars 2024 pour la zone sud.

Ces données permettent de situer le niveau de la nappe entre 0,55 et 1,25 mNGF sur la majeure partie ouest de la partie d'étude sud. La lecture des lignes de niveau isopièzes se fait de la même manière que les courbes de niveau altimétriques. Ainsi, les courbes isopièzes teintées de la plus profonde à la moins profonde de bleu très clair à bleu très foncé, permettent de constater que la nappe est moins profonde au nord-est de l'usine ainsi que dans la partie sud. Une ligne isopièze de 0,55 cm est d'ailleurs présente dans la zone d'étude en limite sud et concerne un secteur évalué comme zone humide selon le critère de végétation.



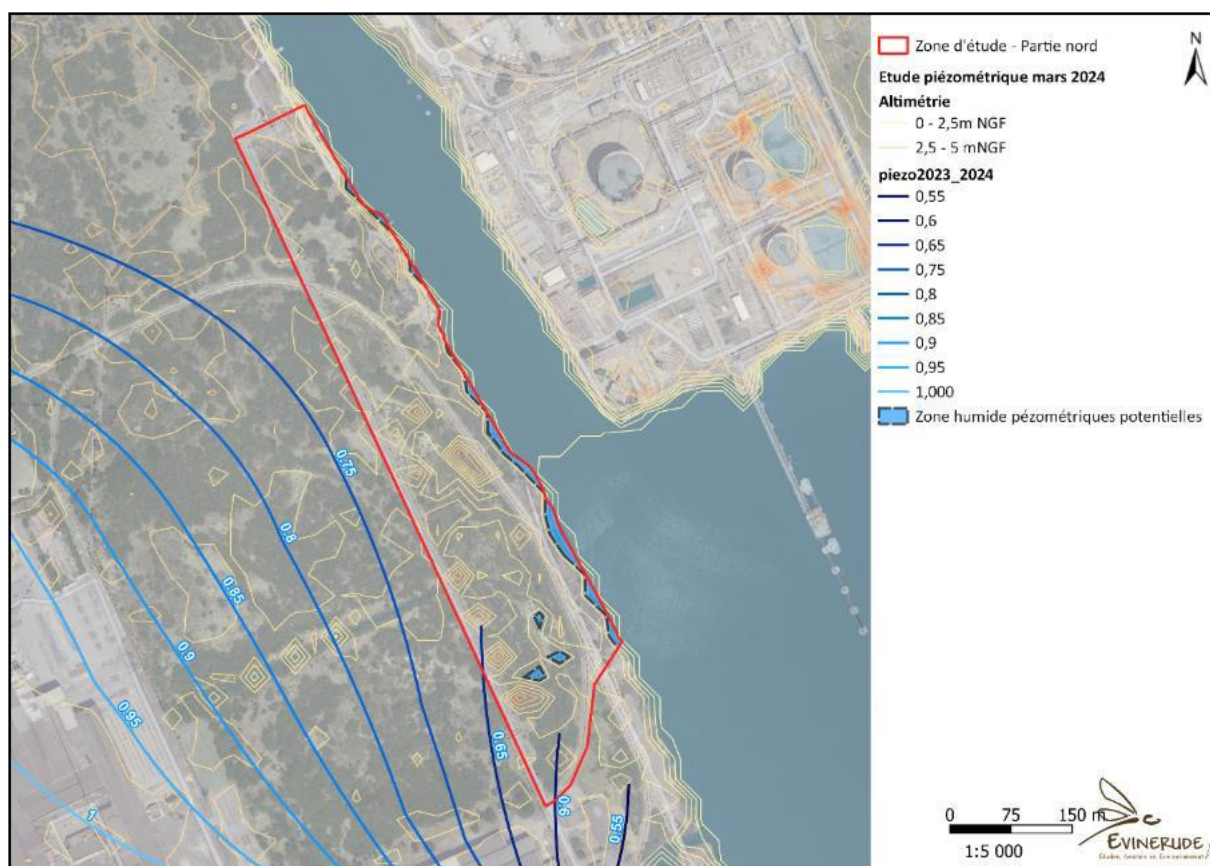
Carte 30 : Etude piézométrique 1/2 (source : EODD/Evinerude/Marcegaglia)

Sur la partie couverte par les isopièzes du site d'étude zone sud (nommée zone 2024 sur la carte associée), les sols sont situés entre 1,2m et 17,3m.

L'analyse de ces données montre une nappe potentielle présente à moins de 50cm sur 4 secteurs du nord-ouest du site d'étude, couvrant une superficie totale de 0,32ha. Sur ces 0,32ha, 0,22ha sont identifiés comme zones humides floristiques.

Un enjeu zone humide piézométrique est donc relevé sur 0,10ha du secteur sud.

Sur la zone d'étude nord, les données restent incomplètes. En extrapolant les isopièzes identifiés, le niveau de nappe estimé est compris entre 0,55 et 0,75 mNGF sur la partie nord.



Carte 31 : Etude piézométrique 2/2 (source : EODD/Evinerude/Marcegaglia)

L'analyse de ces données montre une nappe potentielle présente à moins de 50cm sur 0,39ha de la zone d'étude nord. La totalité de ces zones sont déjà identifiées comme zone humide par le présent diagnostic.

En synthèse on compte 0,1 ha de zones humides supplémentaires associées aux zones humides déjà connues sur critère botanique à l'ouest de la zone d'étude en dehors de l'emprise du projet.

1.3.5. Délimitation finale des zones humides

Les prospections réalisées dans la zone d'étude ont permis la **délimitation d'une zone humide au regard du critère de végétation relatif aux habitats sur une surface de 36,48 ha** correspondant à un nombre important d'habitats humides présents sur la quasi-totalité des parties non artificialisées de l'aire d'étude.

L'expertise pédologique réalisée sur les habitats cotés « p » et sur les habitats non annexés à l'arrêté du 24 juin 2008 permet d'attester ou non du caractère humide de ces habitats. Sur ces habitats, **aucune zone humide supplémentaire au regard du critère pédologique n'a été avérée.**

Ainsi, à l'issue des prospections de terrain et selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1^{er} octobre 2009, la surface de **zones humides avérée** au regard des critères habitat et de pédologie est de **36,48 ha**.

Tableau 21. Délimitation finale des zones humides

Critères de délimitation des zones humides	Surface de zones humides (ha) dans la zone d'étude
Au regard du critère végétation relatif aux habitats	36,38
Au regard du critère pédologique (comprend l'étude piézométrique)	0,12



Carte 32 : Délimitation finale des zones humides



1.4. Flore

Une liste de 142 espèces avérées en 2026 a été dressée, et présentée en **Annexe 3**.

La zone d'étude recense une grande diversité d'espèces dont la répartition est caractérisée par la topographie du site et la connexion aux eaux salées et douces. Ces caractéristiques ont entraîné la formation de plusieurs mosaïques d'habitats.

Plusieurs secteurs sont largement rudéralisés ou dégradés par le passage de véhicule, l'apport de remblais et le stockage ancestral de matériaux en tous genres.

Tableau 22. Espèces de plantes avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Scammonée de Montpellier* (<i>Cynanchum acutum</i>)	Fourré à tamaris	Fort	Forte	Fort
Saladelle dure (<i>Limonium duriusculum</i>)	Bande sableuse, plage	Fort	Forte	Fort
Limonium de Girard (<i>Limonium girardianum</i>)	Bord de darse	Fort	Forte	Fort
Myosotis fluet (<i>Myosotis pusilla</i>)	Pelouses sableuses	Fort	Forte	Fort
Avellinie fausse fétuque (<i>Avellinia michelii</i>)	Pelouses sableuses à Armoise et fruticées	Modéré	Modérée	Modéré
Canne de Ravenne (<i>Tripidium ravennae</i>)	Friche sablonneuse	Modéré	Modérée	Modéré
Rostraire du littoral (<i>Rostraria pubescens</i>)	Pelouses sableuses à Armoise, pelouses rudéralisées	Modéré	Modérée	Modéré
Blackstonie non perfoliée (<i>Blackstonia imperfoliata</i>)	Pelouses sableuses à Armoise, pelouses rudéralisées	Faible	Faible	Faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.4.1. Espèces à enjeu zone d'étude très fort

Aucune espèce à enjeu très fort n'est avérée ou jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.

1.4.2. Espèces à enjeu zone d'étude fort

■ Espèces avérées



Scammonée de Montpellier (*Cynanchum acutum* L., 1753)

Protection	France	-	Région	✓
Livre rouge	Tome 1	✓	Tome 2	✓

Photo non disponible



Liste rouge	France	VU	Région	EN (PACA)
Autre(s) statut (s)	ZNIEFF : PACA, LR			
<i>Répartition mondiale</i>	Europe méditerranéenne Asie occidentale et boréale Afrique septentrionale			
<i>Répartition française</i>	Côtes méditerranéennes			
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Espèce vivace qui affectionne les milieux saumâtres (faussés, roselières, canaux) et des fourrés d'arrière-dune			
<i>Menaces</i>	Aménagements du littoral, urbanisation			

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Présente le long du littoral méditerranéen, l'espèce est connue dans le secteur d'étude. C'est une plante grimpante qui se développe sur un support, des arbres en contexte naturel ou des palissades dans des contextes plus anthropisés.

Dans la zone d'étude :

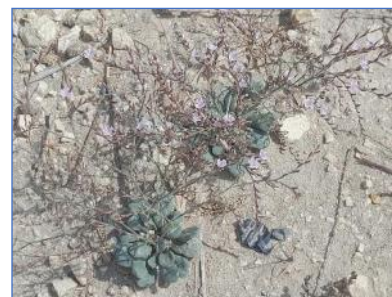
Plusieurs centaines d'individus ont été observés par Naturalia au niveau des fourrés à tamaris dans la zone d'étude nord.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Fort



Saladelle dure (*Limonium duriusculum* (Girard) Fourr., 1869)

Protection	France	-	Région	-
Livre rouge	Tome 1	-	Tome 2	✓
Liste rouge	France	NT	Région	LC (PACA)
Autre(s) statut (s)	ZNIEFF : PACA, LR			
<i>Répartition mondiale</i>	Sténoméditerranéenne du nord-ouest			
<i>Répartition française</i>	Côtes sableuses méditerranéennes			
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Bisannuelle des steppes salées côtières, bords de marais salés côtiers, sansouïres, substrats limono-sableux à limono-argileux salés			
<i>Menaces</i>	Aménagements du littoral, urbanisation, endiguement, assèchement des zones humides			



S. LODVICHETTI, 17 juillet 2023, Fos-sur-Mer (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Endémique du sud de la France, la zone d'étude se trouve en plein cœur de son aire de répartition. Présente sur les bancs sableux connectés aux eaux salées du Golfe de Fos et des canaux d'eau salée, l'espèce est particulièrement menacée par l'artificialisation des berges et les activités anthropiques du littoral.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs centaines d'individus sont présents sur les pelouses en bord de route de la zone nord et sur le merlon sableux, ainsi qu'au sud de la zone d'étude sud, dans des pelouses sablonneuses.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Très fort





Limonium de Girard (*Limonium girardianum* (Guss.) Fourr., 1869)

Protection	France	✓	Région	-
Livre rouge	Tome 1	-	Tome 2	✓
Liste rouge	France	LC	Région	LC (PACA)
Autre(s) statut(s)	ZH ; ZNIEFF : PACA, LR			
<i>Répartition mondiale</i>	Sténoméditerranéenne du nord-ouest			
<i>Répartition française</i>	Côtes sableuses méditerranéennes			
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Hémicryptophyte des steppes salées côtières, bords de marais salés côtiers, sansouïres, substrats limono-sableux salés			
<i>Menaces</i>	Aménagements du littoral, urbanisation, endiguement, assèchement des zones humides			



J. VOLANT, 10/08/2012, Fos-sur-Mer (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Espèce endémique du sud de la France, elle est faiblement représentée dans le secteur d'étude, avec quelques stations généralement peu abondantes et plutôt isolées.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs dizaines de pieds ont été observés en bordure de darse (est de zone d'étude) en juillet 2026, principalement localisés dans des habitats de type friches psammophiles et prairies à joncs, sur le trait littoral.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Fort	Fort



Myosotis nain (*Myosotis pusilla* Loisel., 1809)

Protection	France	✓	Région	-
Livre rouge	Tome 1	-	Tome 2	✓
Liste rouge	France	LC	Région	VU (PACA)
Autre(s) statut(s)	ZNIEFF : PACA, LR, CO			
<i>Répartition mondiale</i>	Bassin méditerranéen			
<i>Répartition française</i>	Localisée dans les Bouches-du-Rhône, le Var et en Corse			
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Plante annuelle naine des terrains sableux humides et des graviers du littoral méditerranéen, au sein de communautés à annuelles des sables siliceux			
<i>Menaces</i>	Espèce ayant régressé suite à la disparition et l'altération de nombre de ses habitats (ratissage mécanique, constructions, etc.).			



J. VOLANT, 26/02/2019, Istres (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Espèce endémique du bassin méditerranéen, que l'on retrouve en France localisée dans les Bouches-du-Rhône, le var et la Corse, dans les terrains sablonneux voire graveleux du littoral. Espèce psammophile menacée par la disparition des dunes grises et des dunes mobiles. Elle est très présente sur l'ensemble du môle central et de la couronne verte de la ZIP de Fos.

Dans la zone d'étude :



Des individus ont été observés en limite sud de zone d'étude. Bien que non observée en 2026, elle est considérée comme présente et localisée dans les pelouses psammophiles au sud du remblai.

Nous noterons que les effectifs des populations de cette espèce peuvent varier d'une année sur l'autre (cette variation d'effectifs peut probablement être liée à la fluctuation démographique interannuelle intrinsèque à la biologie de cette espèce annuelle).

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort



1.4.3. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ Espèces avérées



Avellinie (*Avellinia festucoides* (Link) Valdés & H.Scholz, 2006)

Protection	France	-	Région	-
Livre rouge	Tome 1	-	Tome 2	-
Liste rouge	France	LC	Région	-
Autre(s) statut (s)	-			
Répartition mondiale	Méditerranéenne			
Répartition française	Littoral méditerranéen			
Habitats d'espèce, écologie	Pelouses sablonneuses			
Menaces	Urbanisation			

Non illustrée

Contexte local

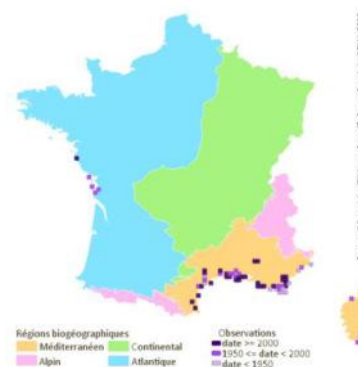
Dans le secteur d'étude :

Présente essentiellement en Camargue et ponctuellement sur le reste du littoral méditerranéen, plusieurs stations de l'espèce sont connues dans le secteur. La principale menace pour cette espèce est l'aménagement du littoral.

Dans la zone d'étude :

Une dizaine d'individus a été observée par Naturalia dans la zone d'étude nord, au niveau des pelouses sablonneuses.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré



Canne de Ravenne (*Tripidium ravennae* (L.) H.Scholz, 2006)



Protection	France	-	Région	-
Livre rouge	Tome 1	-	Tome 2	-
Liste rouge	France	LC	Région	LC (PACA)
Autre(s) statut (s)	ZH ; ZNIEFF : PACA, LR, CO			
Répartition mondiale	Europe, Asie et Afrique			
Répartition française	Littoral, fleuves et rivières méditerranéens			



Habitats d'espèce, écologie Berge des grands cours d'eau côtiers, complexes d'arrière-dune

Menaces Aménagements urbain et industriels, dégradation des fonctionnalités des cours d'eau et estuaires

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Principalement présente en Camargue et dans la Durance, de belles populations sont dispersées dans ces secteurs. Les milieux sableux qu'apprécie l'espèce sont également menacés par l'artificialisation des sols et la pression anthropique sur les zones littorales.

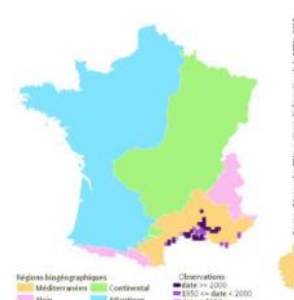
Dans la zone d'étude :

1 individu a été observé par Naturalia dans une friche en cours de fermeture, au sud de la zone d'étude sud.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré



S. LODVICHETTI, 17 juillet 2023, Fos-sur-Mer (13)



Rostraire du littoral (*Rostraria pubescens* (Lam.) Trin., 1820)

Protection	France	-	Région	-
Livre rouge	Tome 1	-	Tome 2	-
Liste rouge	France	NT	Région	-
Autre(s) statut(s)	ZNIEFF PACA			

Répartition mondiale Europe de l'ouest

Répartition française Littoraux méditerranéen et atlantique

Habitats d'espèce, écologie Lagune sableuse et dunes littorales méditerranéenne

Menaces Aménagements urbain et industriels, dégradation des fonctionnalités des cours d'eau et estuaires

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est présente dans la zone littorale de la Camargue avec plusieurs stations. Dans le secteur de Fos, cette espèce des pelouses sableuses est menacée par des pressions anthropiques tel que l'artificialisation des côtes.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs dizaines d'individus ont été observés sur la zone d'étude nord, dans les pelouses sablonneuses.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré



Non illustré

■ Espèces fortement potentielles

Aucune espèce à enjeu modéré n'est jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.

1.4.4. Espèces à enjeu zone d'étude faible à très faible



Espèces avérées et potentielles à EZE faible à très faible seulement en liste (tableau).

Tableau 23. Flore avérée et potentielle à enjeu zone d'étude faible à très faible

Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Livre rouge nat.	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
Blackstonie non perfoliée (<i>Blackstonia imperfoliata</i>)	Faible	Faible	-	-	LC	-	1 individu a été observé dans la zone d'étude nord, au niveau des pelouses sablonneuses.

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.4.5. Cas particuliers

L'introduction d'espèces exogènes animales ou végétales est considérée comme la deuxième cause de perte de diversité biologique au niveau mondial, juste après la destruction et la fragmentation des habitats.

Le site présente des conditions particulièrement favorables au développement d'espèces exotiques reconnues comme végétaux à comportement envahissant. Plusieurs espèces indésirables sont ainsi présentes localement et peuvent entrer en compétition avec la végétation indigène.

Les espèces exotiques ont un développement potentiellement concurrentiel et recouvrant pour la végétation indigène. Elles sont connues pour contribuer à la banalisation et l'appauvrissement des milieux.

En plus de poser des problèmes biologiques, les espèces exotiques introduites affectent d'une manière générale le site dans son intégrité biologique (notion de « dénaturation »).

Plusieurs espèces végétales exotiques envahissantes ont été avérées dans la zone d'étude. Ces espèces sont listées ci-dessous.

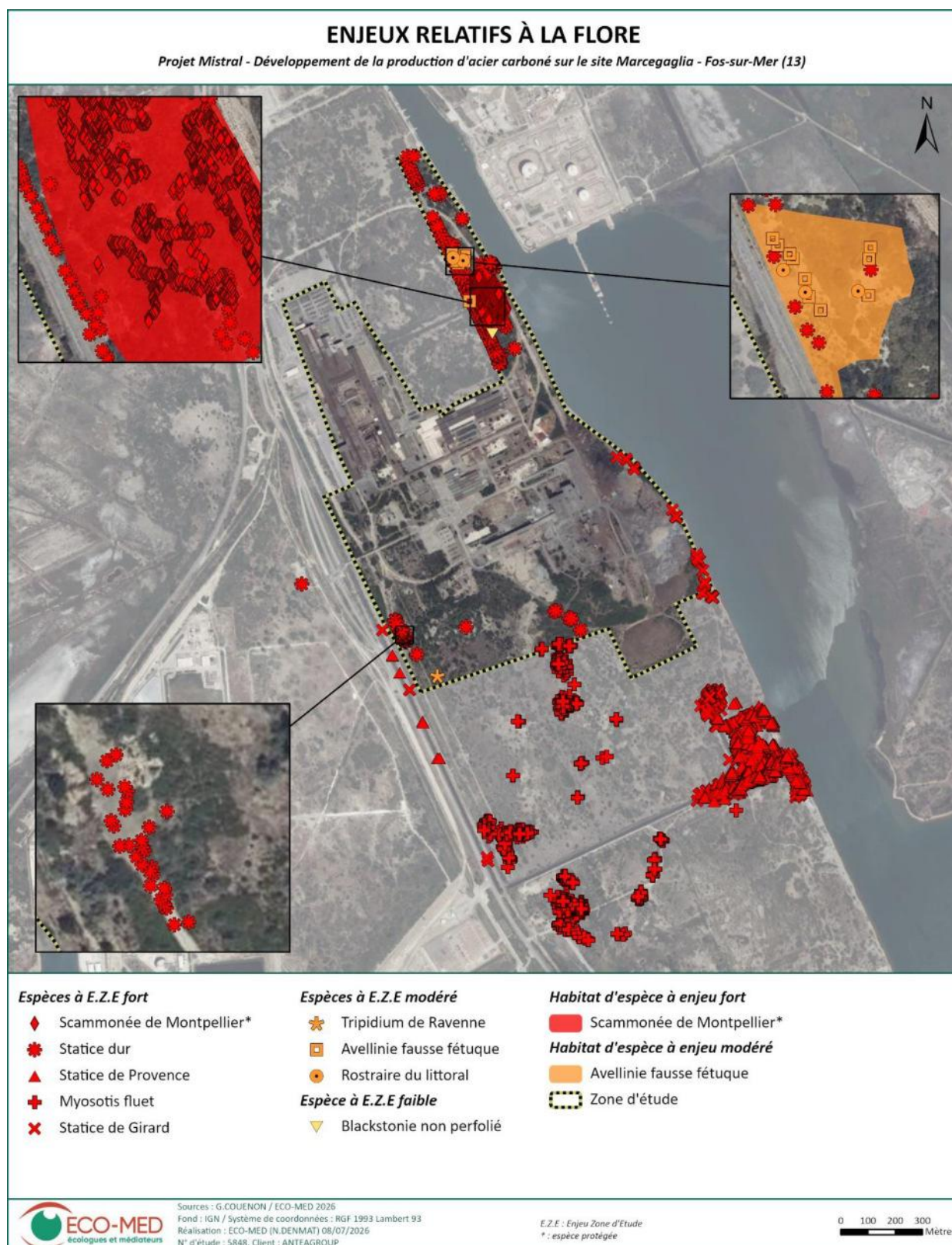
Les catégories et statuts présentés dans le tableau ci-dessous sont issus de la « Liste des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes de Provence-Alpes-Côte d'Azur » (Source INMED, cf. Annexe 12).

Famille	Nom(s) vernaculaires(s)	Nom valide	Catégorie PACA
<i>Asteraceae</i>	Séneçon en arbre, Baccharis à feuilles d'halimione	Baccharis halimifolia L., 1753	Majeure
<i>Poaceae</i>	Herbe de la pampa, Roseau à plumes	Cortaderia selloana (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., 1900	Majeure
<i>Elaeagnaceae</i>	Chalef à feuilles étroites	Elaeagnus angustifolia	Majeure
<i>Asteraceae</i>	Séneçon du Cap, Séneçon à dents inégales, Séneçon sud-africain, Séneçon à feuilles étroites, Séneçon d'Harvey	Senecio inaequidens DC., 1838	Modérée
<i>Pittosporaceae</i>	Pittosporum tobira, Arbre des Hottentots	Pittosporum tobira (Thunb.) W.T.Aiton, 1811	Modérée



Famille	Nom(s) vernaculaires(s)	Nom valide	Catégorie PACA
<i>Rosaceae</i>	Pyracantha écarlate, Buisson ardent, Pyracantha à fleurs peu nombreuses	Pyracantha coccinea M.Roem., 1847 [nom. cons.]	Modérée
<i>Asparagaceae</i>	Yucca superbe	Yucca gloriosa L., 1753	Modérée

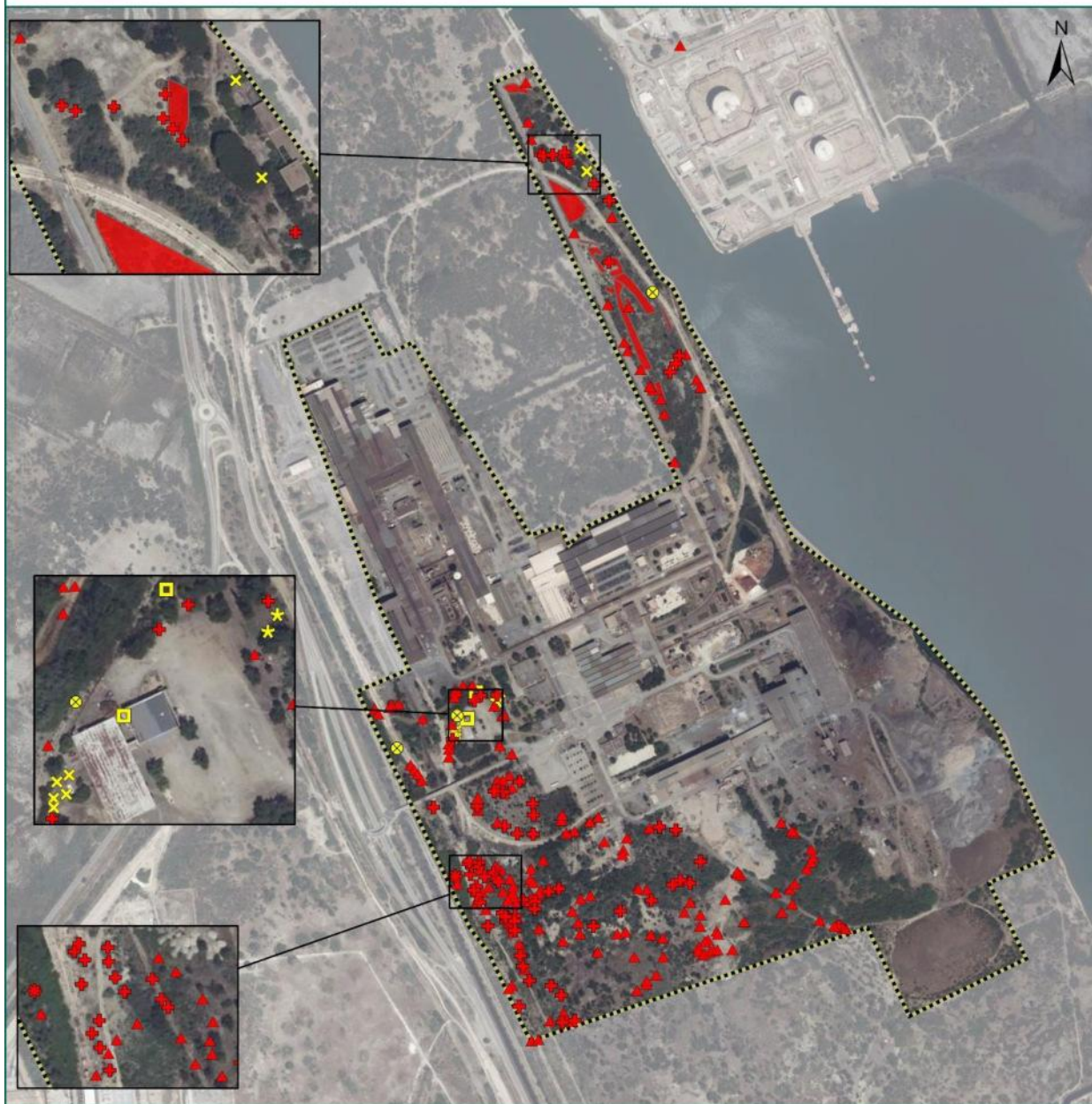
1.4.6. Bilan cartographique des enjeux relatifs à la flore



Carte 33 : Enjeux relatifs à la flore

ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



EVÉE de catégorie majeure

- Sénéçon en arbre
- Olivier de Bohème
- Herbe de la pampa
- Herbe de la pampa

EVÉE de catégorie modérée

- Arbre des Hottentots
- Buisson ardent
- Sénéçon du Cap
- Yucca superbe

Zone d'étude



Sources : G.COUENON / ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 15/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

E.V.E.E : Espèces Végétales
Exotiques Envahissantes

0 100 200 300 Mètres

Carte 34 : Espèces végétales exotiques envahissantes



1.5. Invertébrés

Une liste de 46 espèces a été avérées par ECO-MED en avril 2026, et présentée en **Annexe 4**.

Le principal cortège est celui des espèces psammophiles (c'est-à-dire liées au substrat sablonneux) avec notamment la **Cicindèle flexueuse** (*Lophyra flexuosa*) à enjeu **faible**, *Tentyria mucronata* etc. Le **Criquet des dunes** (*Calephorus compressicornis*) est considéré comme potentielle espèce de ce cortège tout comme l'**Ædipode occitane** (*Ædipoda charpentieri*) et le **Caloptène occitan** (*Calliptamus wattenwylanus*), deux espèces de milieux arides, faiblement végétalisés.

On trouve également le cortège des espèces des milieux ouverts à semi-ouverts souvent généralistes (Azuré de la Bugrane, Cycliste maillot-vert etc). Dans ce cortège, on trouve une espèce à enjeu **fort**, l'**Hespérie de la Ballote** (*Muschampia baeticus*) dont la présence est conditionnée par celle de sa plante-hôte, le Marrube commun, présente uniquement dans le secteur nord-est (donnée Naturalia). De même, une autre espèce est liée à la présence de sa plante-hôte, l'Argousier, espèce arbustive. Il s'agit du Sphinx de l'Argousier, avéré dans la zone d'étude.

Le cortège des espèces aquatiques (fossés, canaux, milieux aquatiques temporaires) est également représenté par l'ordre des odonates. Ce cortège est peu développé ce qui met en avant la faible disponibilité en milieux aquatiques ou une qualité des eaux non adaptées à leur reproduction. Une espèce patrimoniale à enjeu **très fort** est l'une des rares espèces d'odonates pouvant se reproduire dans le secteur nord-est de la zone d'étude. Il s'agit du **Leste à grands stigmas** (*Lestes macrostigma*), donnée Evinerude ; cette espèce se reproduisant dans les milieux aquatiques temporaires et saumâtres.

Pour finir, des espèces de milieux salés constituent un dernier cortège, marginal dans la zone d'étude car les seuls milieux halophiles se situent sur la frange littoral (sansouire, trait de côte). Dans ce cortège une espèce patrimoniale a été contactée par Naturalia, il s'agit du **Grillon maritime** (*Pseudomogaplistes squamiger*), à enjeu fort. Celui-ci fréquente en particulier la plage de galet présent en bordure est de zone d'étude et sa laisse de mer.

Tableau 24. Espèces d'invertébrés avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Leste à grands stigmas <i>Lestes macrostigma</i>	Mares temporaires saumâtres (secteur nord-est)	Très fort	Forte	Très fort
Hespérie de la Ballote <i>Muschampia baeticus</i>	Milieux ouverts pourvus de Marrube commun	Fort	Forte	Fort
Grillon maritime <i>Pseudomogaplistes squamiger</i>	Frange littorale en contact avec la mer (littoraux (plages de galets, bois flottés)	Fort	Forte	Fort
Sphinx de l'Argousier* <i>Hyles hippophaes</i>	Argousiers	Modéré	Forte	Fort
Criquet des dunes <i>Calephorus compressicornis</i>	Milieux sablonneux à végétation herbacée peu développée	Modéré	Modérée	Modéré
Caloptène occitan <i>Calliptamus wattenwylanus</i>	Milieux sablonneux à végétation herbacée peu développée	Modéré	Modérée	Modéré
Ædipode occitane <i>Ædipoda charpentieri</i>	Milieux sablonneux à végétation herbacée peu développée	Modéré	Modérée	Modéré
Decticelle à serpe <i>Platycleis falx</i>	Milieux herbacés variés (jonchaies)	Modéré	Modérée	Modéré
<i>Anomala ausonia</i>	Bois mort	Modéré	Modérée	Modéré



Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Cicindèle flexueuse <i>Lophyra flexuosa</i>	Milieux sablonneux à végétation herbacée peu développée	Faible	Faible	Faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.5.1. Espèces à enjeu zone d'étude très fort



Leste à grands stigmas (*Lestes macrostigma* (Eversmann, 1836))

Protection	France -		
Liste rouge	France EN	PACA	VU
Autre(s) statut (s)	Déterminante ZNIEFF PACA -- PNA		
Répartition mondiale	Sud Europe, multiples populations isolées		
Répartition française	Rare et localisée, sud de la France, Corse, Gironde		
Habitats d'espèce, écologie	Eaux saumâtres envahis de Scirpes, joncs et Carex et bordés de Sansouïres à Salicornes (étangs, mares même temporaires, marais, fossés et lagunes côtières)		
Menaces	Industrialisation, développement viticole et touristique et urbain du littoral		



L.VALLEJO, 11/06/2024, Fos-sur-Mer (13), in situ

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Le delta de la Camargue constitue le noyau de population de l'espèce sur le littoral méditerranéen français (autre la Corse). Le département des Bouches-du-Rhône se présente comme le cœur de cette population, qui, en dehors de la Camargue est fragmentée (SILENE, GBIF). L'espèce est régulièrement observée sur les communes de Fos-sur-Mer, Port-Saint-Louis-du-Rhône et d'Arles.

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été avérée par Evinerude en 2025 puis confirmée en 2026 par ECO-MED, . Elle est située dans un petit secteur situé au nord-est dans la zone d'étude. En 2026, plusieurs dizaines de couples (tandem) ont été observés de deux mares temporaires, probablement salées. Au regard des effectifs très importants et des comportements reproducteurs très certains, l'espèce se reproduit dans cette zone. La zone d'étude, au niveau du secteur nord-est est importante pour l'espèce qui peut y réaliser l'ensemble de son cycle biologique.



Source : GRAND & BOUDOT, 2006
Fond : GeoParIGN

Répartition française et abondance

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Très fort

1.5.2. Espèces à enjeu zone d'étude fort

■ Espèces avérées



Hespérie de la Ballote (*Muschampia baeticus* Rambur, 1839)

Protection	France -
------------	----------



Liste rouge	France	VU	PACA	VU
Autre(s) statut (s)	Déterminante ZNIEFF PACA - PNA			
Répartition mondiale	Sud de l'Europe (Espagne, France, Italie)			
Répartition française	Rare et localisée sur la façade méditerranéenne et dans la vallée du Rhône.			
Habitats d'espèce, écologie	Prairies et pelouses xériques souvent pâturés par les ovins ; Plantes-hôtes : <i>Marrubium vulgare</i> et plus rarement <i>Ballota nigra</i> ssp. <i>foetida</i>			
Menaces	Fermeture des milieux, urbanisation et changement d'affectation des sols			



L.VALLEJO, 25/04/2023, Fos-sur-Mer (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est présente dans l'ensemble des Bouches-du-Rhône avec un noyau dense de population en plaine de Crau. La commune de Fos présente plusieurs observations notamment dans le secteur du Grand Port Autonome de Marseille, à l'écotone entre Crau et Camargue (INPN, GBIF, SILENE Faune).

Dans la zone d'étude :

Deux individus ont été observés en 2022 par Naturalia dans le secteur Nord-est de la zone d'étude (proche de la darse). La présence de sa plante-hôte, le Marrube commun dans le même petit secteur permet au papillon de s'y reproduire. Le secteur sud de l'usine a fait l'objet de la recherche de ce papillon et de sa plante-hôte, mais ni l'un ni l'autre n'ont été observés. L'espèce n'est donc présente, et sa reproduction possible, que dans la partie nord-est de la zone d'étude.



Répartition française et abondance

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Fort



Grillon maritime (*Pseudomogoplistes squamiger* Fischer, 1853)

Protection	France	-		
Liste rouge nat.	France	-	PACA	NT
Autre(s) statut (s)	LR1 -- Déterminante ZNIEFF PACA			
Répartition mondiale	Circum-méditerranéenne			
Répartition française	Littoral méditerranéen			
Habitats d'espèce, écologie	Milieux littoraux divers : plages de galets avec accumulation d'algues, posidonies, bois flottés, rochers, digues et ports			
Menaces	Destruction et altération de la franges littorale			



S. THEVENIN, 16/04/2022, Marseille (13)

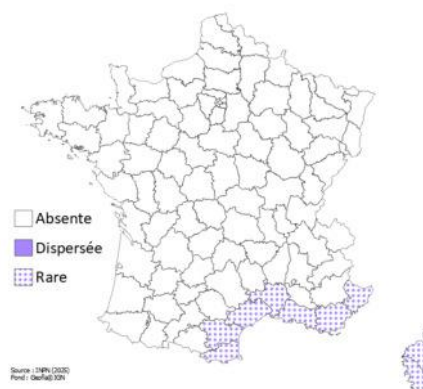
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est rare mais régulièrement répartie le long du littoral méditerranéen, en PACA comme en Occitanie (SILENE, GBIF). Les menaces qui lui pèsent expliquent sa rareté (pression de surfourisme, aménagement du littoral, augmentation du niveau de la mer).

Dans la zone d'étude :

Deux d'individus adultes ont été observés par Naturalia (Ascofields 2021) sur la plage de galet à l'extrémité est de la zone d'étude. La présence de l'espèce indique que la bande littorale est favorable à l'ensemble de cycle biologique du grillon maritime, nécessitant des éléments grossiers au niveau du trait de côte (galets, laisse de mer).



Répartition française et abondance

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Fort



Sphinx de l'Argousier (*Hyles hippophaes* Esper, 1789)

Protection	France	N12 (protection nationale habitats et individus)
Liste rouge nat.	France	- PACA -
Autre(s) statut (s)	CDH4 – IBE2 – Déterminante ZNIEFF PACA	
Répartition mondiale	Méditerranéo-asiatique	
Répartition française	Régions PACA et Rhône-Alpes	
Habitats d'espèce, écologie	Éboulis rocheux et bords de rivières à Argousier : unique plante-hôte de l'espèce	
Menaces	Entretien abusif et répété des rives des cours d'eau, Aménagement des berges	



L. VALLEJO29/06/2026, Fos-sur-Mer (13), *in situ*

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Le Sphinx de l'Argousier est un papillon protégé à distribution méditerranéo-asiatique dont la répartition française se limite aux régions PACA et Rhône-Alpes. L'espèce affectionne les éboulis rocheux et bords de rivières à Argousier, son unique plante-hôte.

Dans la zone d'étude :

1 chenille de dernier stade a été observée dans la zone d'étude (sud) le 29 juin 2026. L'espèce a en outre fait l'objet d'une recherche ciblée de sa plante-hôte, de nombreuses grosses stations d'Argousier ont pu être identifiées au sein de la zone d'étude (dans la zone de projet). Le fait que l'espèce a été contactée, sous forme larvaire indique sa reproduction dans les Argousiers du secteur. La zone d'étude est donc importante pour l'accomplissement de l'ensemble de son cycle de vie.



Répartition française et abondance

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Forte

1.5.3. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

Aucune espèce à enjeu modéré n'a été avérée en avril 2026, ni par Naturalia ou Evinerude lors de leurs inventaires réciproques.

■ Espèces fortement potentielles

➤ Criquet des dunes (*Calephorus compressicornis*)

Le **Criquet des dunes** est une espèce d'orthoptère de la famille des Acrididae. Il s'agit d'une espèce à répartition circum-méditerranéenne large. En France, on le trouve le long des littoraux atlantique et méditerranéen et le long de la Loire. Il affectionne les milieux sablonneux où la végétation est peu dense et basse comme les plages, les friches et les pelouses. Il subit les conséquences de la destruction, les altérations et la fragmentation de ses habitats ce qui le rend vulnérable. El raison de la présence de populations connues dans le secteur du Grand Port Autonome de Marseille (ECOMED, SILENE, GBIF) et de la présence d'habitats de l'espèce, le **Criquet des dunes est jugé fortement potentiel dans la zone d'étude.**

➤ Decticelle à serpe (*Platycleis falx*)

La decticelle à serpe est une espèce d'orthoptère de la famille des Tettigonidae. C'est une espèce méditerranéenne stricte se répartissant uniquement entre le Maroc, la Péninsule ibérique, la France et l'Italie (GBIF). Elle affectionne les habitats herbacés hauts de type friches et fourrés thermophiles. En Camargue, elle fréquente les friches et les jonchaies psammophiles lâches. Cet habitat étant présent dans la zone d'étude et l'espèce étant connue du môle central, la **Decticelle à serpe est considérée comme fortement potentielle dans la zone d'étude.**



➤ **Caloptène occitan (*Calliptamus wattenwylanus*) ; LR2**

Le Caloptène occitan est un criquet lié aux milieux arides (pelouses sèches, pelouses rocailleuses) qui se retrouve uniquement dans les départements du pourtour méditerranéen et de manière localisée. Il est présent en Péninsule Ibérique, au Maroc, en Algérie et en France qui constitue sa limite est de répartition. L'habitat retrouvé (pelouses psammophiles) au sud de la zone d'étude correspond typiquement à l'habitat de l'espèce. De plus, il existe des pointages de cette espèce à proximité immédiate de la zone d'étude (au sud de la parcelle gravithy)

De ce fait, le Caloptène occitan est considéré comme espèce fortement potentielle dans la zone d'étude

➤ **Ædipode occitane (*Ædipode charpentieri*) ;**

L'Ædipode occitane est une espèce d'orthoptère appartenant à la famille des Acrididae. Sa répartition localisée sur le pourtour méditerranéen fait que cette espèce est dispersée et rare dans les milieux qui lui sont favorables, soit les milieux arides ouverts à faible couvert végétal ou pierriers. L'espèce est connue du môle central, au sud de la parcelle Gravithy. (données ECO-MED récentes 2022-2023). La zone d'étude présente des habitats faiblement végétalisés et psammophiles favorable à l'espèce. **C'est pour l'ensemble de ces raisons que l'Ædipode occitane reste une espèce fortement potentielle au niveau de la zone d'étude.**

➤ **Anomala ausonia**

Anomala ausonia est une espèce de coléoptère de la famille des *Scarabaeidae*. La Camargue biogéographique apparaît comme le bastion de l'espèce, où elle semble localement abondante et le territoire du GPM abrite une population importante.

Un individu a été observé dans le secteur à Argousier dans la parcelle attenante au nord de l'usine. La larve de l'espèce est saproxylophage. La zone d'étude présente sur l'ensemble du site du bois mort favorable à la reproduction de l'espèce (peupliers et tamaris morts bien représentés dans la zone d'étude au sud de l'usine). Pour ces raisons, *Anomala ausonia* est considérée comme fortement potentielle dans la zone d'étude.

1.5.4. Espèces à enjeu zone d'étude faible

Espèces avérées et potentielles à EZE faible seulement en liste (tableau)

Tableau 25. Invertébrés à enjeu zone d'étude faible à très faible

Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
 Cicindèle flexueuse <i>Lophyra flexuosa</i>	Faible	Faible	-	-	-	Plusieurs individus ont été observés dans le secteur sud, dans des habitats sablonneux à faible couvert végétal. L'espèce peut y accomplir la totalité de son cycle biologique.

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.5.5. Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

➤ ***Zerynthia polyxena*), NI2, CDH4, IBE2**



La Diane est un papillon de jour dont l'aire de répartition en France est limitée aux départements à affinité méditerranéenne. La France constitue son extrême limite de répartition à l'ouest. En Provence, elle est localisée mais relativement abondante dans les départements des Bouches-du-Rhône, bien que le nombre de ses stations diminue régulièrement du fait principalement de l'urbanisation et des changements dans les pratiques agricoles. On la trouve en général dans des biotopes humides, le plus souvent dans les prairies et bois clairs bordant les rivières. Elle pond ses œufs sur l'Aristolochie à feuilles rondes (*Aristolochia rotunda*), plante-hôte principale de ses chenilles. L'espèce étant connue au nord de l'usine Marcegaglia, dans la parcelle attenante (projet Neocarb), les habitats de jonchaies et pelouses à Cerpoïdes, ainsi que tout habitat ombrophygrophiles comme les lisères de bosquets à peupliers ont été minutieusement inspectés. Malgré un passage printanier réalisé durant la période optimale de détection de l'espèce, aucune plante-hôte ni aucun individu de Diane (adulte, œuf ou chenille), n'a été détecté. **L'espèce est jugée absente de la zone d'étude.**

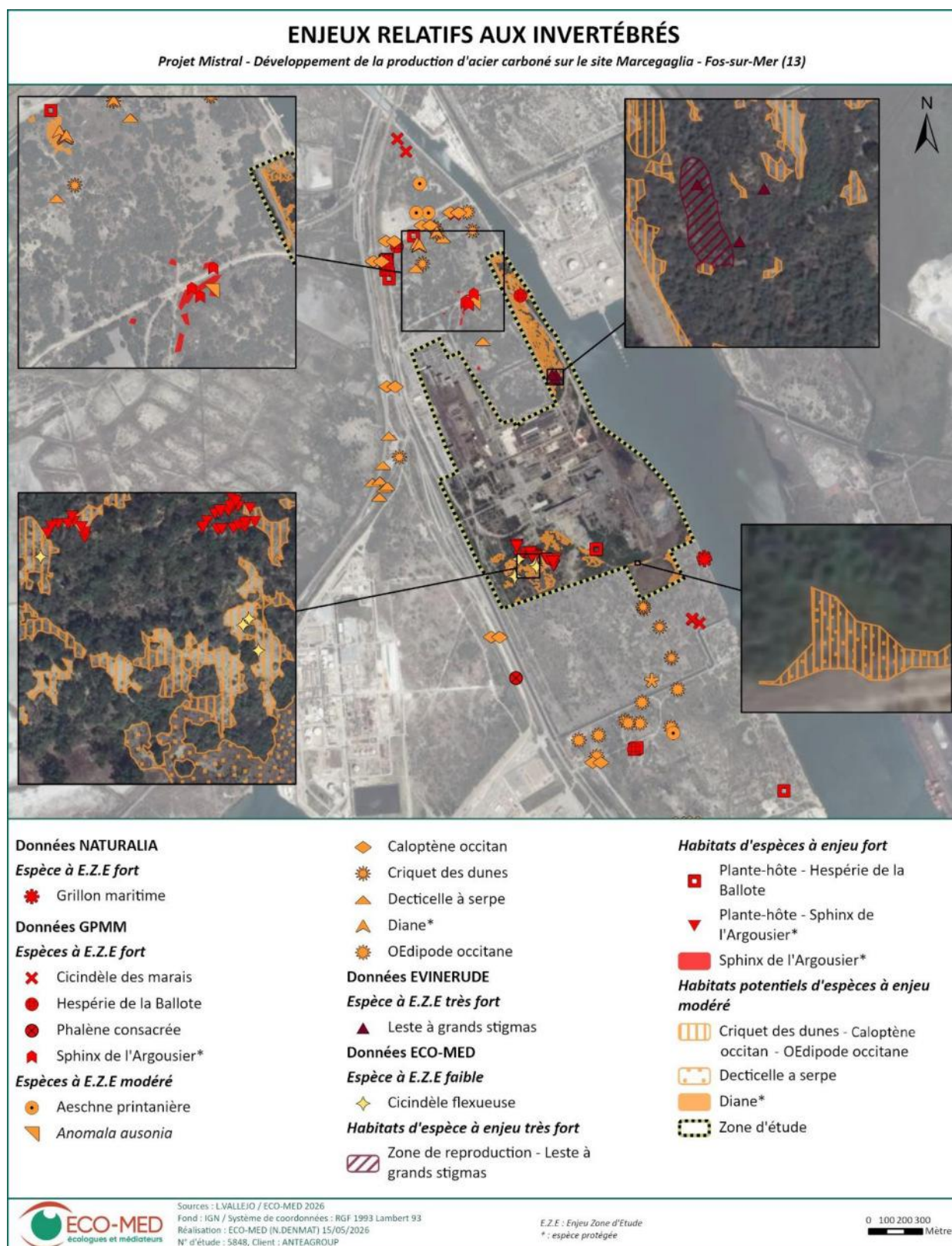
➤ **Cicindèle des marais (*Cylindera paludosa*) ;**

La Cicindèle des marais est un coléoptère présent sur la frange littorale sableuse méditerranéenne, avec plus de 80% des observations connues en Camargue. L'espèce y affectionne en particulier les sansouïres, zones sablonneuses planes à faible couvert végétal, permettant la chasse à vue et la dissimulation dans les buissons bas de type Salicorne et Soude en cas de danger. La larve prédatrice se développe dans le sable où elle construit un tunnel dans lequel elle chasse à l'affût. L'urbanisation du littoral la rend particulièrement vulnérable. Une fraction très faible d'habitats de sansouire est présente le long de la darse, à l'est. Mais elles ne présentent pas de zones de vasières ou de secteurs sans végétation dans lesquels elle pourrait chasser et se reproduire. Ainsi, la zone d'étude est très peu favorable à la **Cicindèle des marais qui est ainsi considérée comme absente de la zone d'étude ou très faiblement potentielle.**

1.5.6. Cas particuliers

Naturalia a recensé une espèce de Mantispidae (Neuroptera), *Mantispa aphavexelte* et lui a conféré un Enjeu Local de Conservation fort. Il s'agit d'une espèce décrite assez récemment (1994). La famille des *Mantispidae* (ordre des Neuroptera) est une famille discrète, assez peu connue. Il existe peu de données sur cette espèce précise (INPN). Toutefois, il semble que l'on peut attribuer cette lacune à une sous-observation du fait de sa méconnaissance. Ainsi, nous traiterons cette espèce comme une espèce à enjeu non évaluable.

1.5.7. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux invertébrés



Carte 35 : Enjeux relatifs aux invertébrés

1.6. Amphibiens

À partir des données collectées sur site en 2026, ainsi que des données bibliographiques disponibles (sources : ECO-MED, Naturalia, Evinerude), une liste de 5 espèces avérées a été dressée, et est présentée en **Annexe 5**.

La zone d'étude comporte de nombreux habitats aquatiques temporaires favorables au cortège d'espèces pionnières, ainsi que quelques zones en eau plus permanentes, favorables aux espèces nécessitant une hydro-période plus longue pour leur développement.

Parmi les 5 espèces avérées, toutes semblent se reproduire au sein de la zone d'étude. La reproduction du **Pélodyte ponctué** (*Pelodytes punctatus*), enjeu fort et du **Crapaud calamite** (*Epidalea calamita*), enjeu faible a été avérée par l'observation de mâles chanteurs ainsi que de têtards au sein de milieux aquatiques temporaires. Les zones ouvertes situées à proximité des sites de reproduction sont favorables à la phase terrestre de ces deux espèces.

Des habitats aquatiques végétalisés plus permanents (ex : canaux) ont quant à eux été identifiés comme propices à la reproduction de la **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*), enjeu faible, ainsi qu'aux **Grenouilles vertes du complexe Pérez/Graf** (*Pelophylax perezi/kl. grafi*), enjeu modéré et à la Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*), enjeu nul. Des mâles chanteurs de ces espèces ont été contactés lors des différents inventaires menés par Naturalia en 2019/2021, Evinerude en 2025 et ECO-MED en 2026. En phase terrestre, la rainette est généralement retrouvée en repos au sein de la strate arbustive (fourrés à Tamaris, ronciers, ...) et utilise les milieux ouverts en transit et recherche alimentaire. Concernant les grenouilles vertes (*P. perezi/grafi* & *P. ridibundus*), ces dernières restent principalement à proximité directe des habitats aquatiques.



Habitats aquatiques favorables au cortège batrachologique pionnier (Crapaud calamite, Pélodyte ponctué)

V. HALLOT, mars 2026, Fos-sur-Mer (13)



Tableau 26. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Pélodyte ponctué* (<i>Pelodytes punctatus</i>)	Milieus humides temporaires (reproduction) Zones ouvertes thermophiles (phase terrestre)	Modéré	Forte	Fort
Grenouille du complexe Pérez/Graf* (<i>Pelophylax perezi/kl. grafi</i>)	Milieus aquatiques riches en végétation (reproduction) Milieus ouverts à semi-ouverts (phase terrestre)	Modéré	Modérée	Modéré
Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Milieus humides temporaires (reproduction) Zones ouvertes thermophiles (phase terrestre)	Faible	Modérée	Faible
Rainette méridionale* (<i>Hyla meridionalis</i>)	Milieus aquatiques végétalisés (reproduction) Strate arbustive et milieux ouverts (phase terrestre)	Faible	Modérée	Faible
Grenouille rieuse* (<i>Pelophylax ridibundus</i>)	Tous types d'habitats aquatiques et leurs abords	Nul	Faible	Nul

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.6.1. Espèces à enjeu zone d'étude très fort

Aucune espèce d'amphibien à enjeu zone d'étude très fort n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

1.6.2. Espèces à enjeu zone d'étude fort

■ Espèces avérées



Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus* Daudin, 1803)

Protection	France	FRAR2		
Liste rouge nat.	France	LC	PACA	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3			

Répartition mondiale Espèce ibéro-française pénétrant faiblement le nord-ouest de l'Italie.

Répartition française Distribué dans la majeure partie du pays, il reste néanmoins rare dans le centre de la France.

Habitats d'espèce, écologie Fréquente une multitude d'habitats terrestres (forêts, friches, bocages, garrigues, etc.) et aquatiques (mares temporaires, fossés, marais, etc.).

Menaces Dégradation et urbanisation des habitats terrestre, l'eutrophisation des zones humides et l'introduction des poissons et de l'Ecrevisse rouge de Louisiane.



A. CLUCHIER, 18/04/2005, Evenos (83)



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Le Pélodyte ponctué est présent dans l'ensemble des départements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Sa répartition est assez homogène dans les Bouches-du-Rhône, le Var, le Vaucluse et le Var. Dans les autres départements, l'espèce n'est présente que dans les secteurs de basse altitude (sud des Alpes-Maritimes, ouest des Alpes-de-Haute-Provence, autour de la vallée de la Durance jusqu'au lac de Serre-Ponçon, Gapençais et Champsaur pour les Hautes-Alpes).

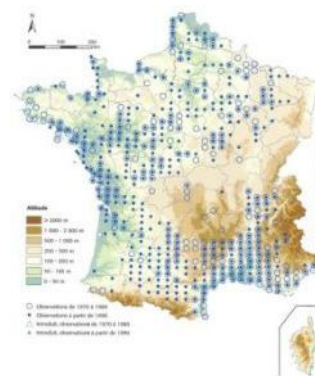
L'espèce est bien connue de la commune de Fos-sur-Mer, mais connaît toutefois une régression de ses effectifs notamment dans les secteurs touchés par l'industrialisation. Des données bibliographiques témoignent de sa présence dans le secteur étudié.

Dans la zone d'étude :

Deux mâles chanteurs avaient été contactés par Evinerude en 2025 et des têtards ont été observés lors des inventaires menés par ECO-MED en 2026, attestant de la reproduction du Pélodyte ponctué au sein de la zone d'étude. Cette dernière présente en effet de nombreux habitats aquatiques temporaires, favorables à l'espèce.

En phase terrestre, le Pélodyte ponctué fréquente préférentiellement les habitats ouverts à semi-ouverts situés à proximité des sites de reproduction.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Modéré



Répartition française
Lescure & De Massary, 2012

■ Espèces fortement potentielles

Aucune autre espèce d'amphibien à enjeu zone d'étude fort n'est considérée fortement potentielle.

1.6.3. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ Espèces avérées



Grenouille de Pérez/Grenouille de Graf

(*Pelophylax perezi* Seoane, 1885 / *Pelophylax kl. grafi* Crochet et al., 1995)

Protection	France	FRAR2		
Liste rouge nat.	France	NT	PACA	NT
Autre(s) statut (s)	IBE3, CDH5 (<i>P. perezi</i>)			
Répartition mondiale	Espèces ibéro-françaises.			
Répartition française	Présentes dans la partie méridionale de la France, si ce n'est que « <i>perezi</i> » remonte jusqu'au sud de la Vendée via la façade atlantique. Elles atteignent leurs limites orientales de répartition dans l'ouest des Bouches-du-Rhône.			
Habitats d'espèce, écologie	Fréquente un large spectre d'habitats aquatiques, doux à légèrement saumâtres : canaux, fossés, mares, cours d'eau, etc.			
Menaces	Concurrence engendrée par l'introduction et l'expansion de la Grenouille rieuse en France.			



P. cf. kl. grafi, V. FRADET le 18/05/2016, Fos sur Mer (13)



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

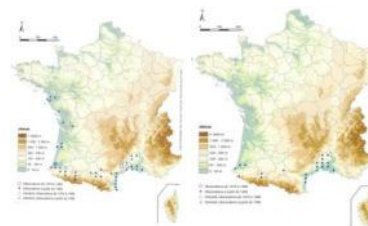
En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le complexe Grenouille de Pérez/Grenouille de Graf est principalement localisé en Camargue ainsi qu'autour de l'étang de Berre. Quelques données anciennes les localisent également dans le Var, entre le Cannet-des-Maures et Roquebrune-sur-Argens.

Ce complexe d'espèces est bien connu de la commune de Fos-sur-Mer, avec des données de présence proche du secteur étudié.

Dans la zone d'étude :

La reproduction de l'espèce au sein de la zone d'étude avait été confirmée lors des inventaires menés par Naturalia en 2019 et 2021. Des individus de grenouille verte ont également été observés lors des prospections menées par ECO-MED en 2026, sans pour autant pouvoir déterminer si ces dernières appartiennent au complexe Pérez/Graf ou à l'espèce *ridibundus*.

La zone d'étude comporte des habitats aquatiques favorables à la reproduction de l'espèce (canaux, points d'eau végétalisés, etc.), entourés par des habitats ouverts à semi-ouverts propices à la phase terrestre.



Répartition française
Lescure & De Massary, 2012

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré

■ Espèces fortement potentielles

Aucune autre espèce d'amphibien à enjeu zone d'étude modéré n'est considérée fortement potentielle.

1.6.4. Espèces à enjeu zone d'étude faible à très faible

Deux espèces d'amphibien à enjeu zone d'étude faible ont été avérées lors des inventaires. Elles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 27. Amphibiens à enjeu zone d'étude faible à très faible

Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Modérée	Faible	NAR2, BE2, CDH4	LC	LC	L'espèce est très largement représentée dans le secteur de la zone d'étude, qui présente une population dynamique. De nombreux individus ont été avérés au sein de la zone d'étude et ses abords et la reproduction de l'espèce a été constatée via l'observation de mâles chanteurs, de têtards et d'individus juvéniles. En phase terrestre, l'espèce fréquente préférentiellement les habitats ouverts.



Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
Rainette méridionale* (<i>Hyla meridionalis</i>)	Faible	Faible	NAR2, BE2, CDH4	LC	LC	L'espèce est bien représentée au sein de la zone d'étude. L'observation de nombreux mâles chanteurs permet de fortement suspecter sa reproduction, notamment au niveau des habitats aquatiques végétalisés. En phase terrestre, la rainette se retrouve fréquemment perchée dans la strate arbustive (fourrés à Tamaris, ronciers, etc.) et utilise les habitats ouverts en alimentation.

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

1.6.5. Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

➤ Triton palmé (*Lissotriton helveticus*) ; NAR3, IBE3

Le Triton palmé est connu sur la commune de Fos-sur-Mer, avec des données aux alentours d'ArcelorMittal et de la Feuillane. D'après la bibliographie consultée, l'espèce n'a jamais été observée au sein du Môle central. La zone d'étude ne présentant aucun milieu propice à son cycle de vie, le Triton palmé n'est donc pas considéré comme potentiel au sein de cette dernière.

1.6.6. Cas particulier

➤ Pélobate cultripède (*Pelobates cultripipes*) ; FRAR2 CDH4 IBE2

Espèce menacée à l'échelle régionale et relevant d'un enjeu local de conservation très fort, le Pélobate cultripède, originellement bien présent dans le secteur Fosséen, a vu ses effectifs chuter à la suite des nombreux aménagements du golfe de Fos, ayant conduit à une diminution et une fragmentation des populations.

Les divers aménagements réalisés au niveau du quai minéralier ont mené à une destruction des habitats de reproduction nécessaires à son maintien. Les observations les plus récentes de l'espèce dans le secteur étudié remontent à 2018 et 2019 d'après la base de données Silène et proviennent de zones dont la connexion écologique avec la zone d'étude est rompue par des infrastructures de transport (route et voie ferrée) ou industrielles.

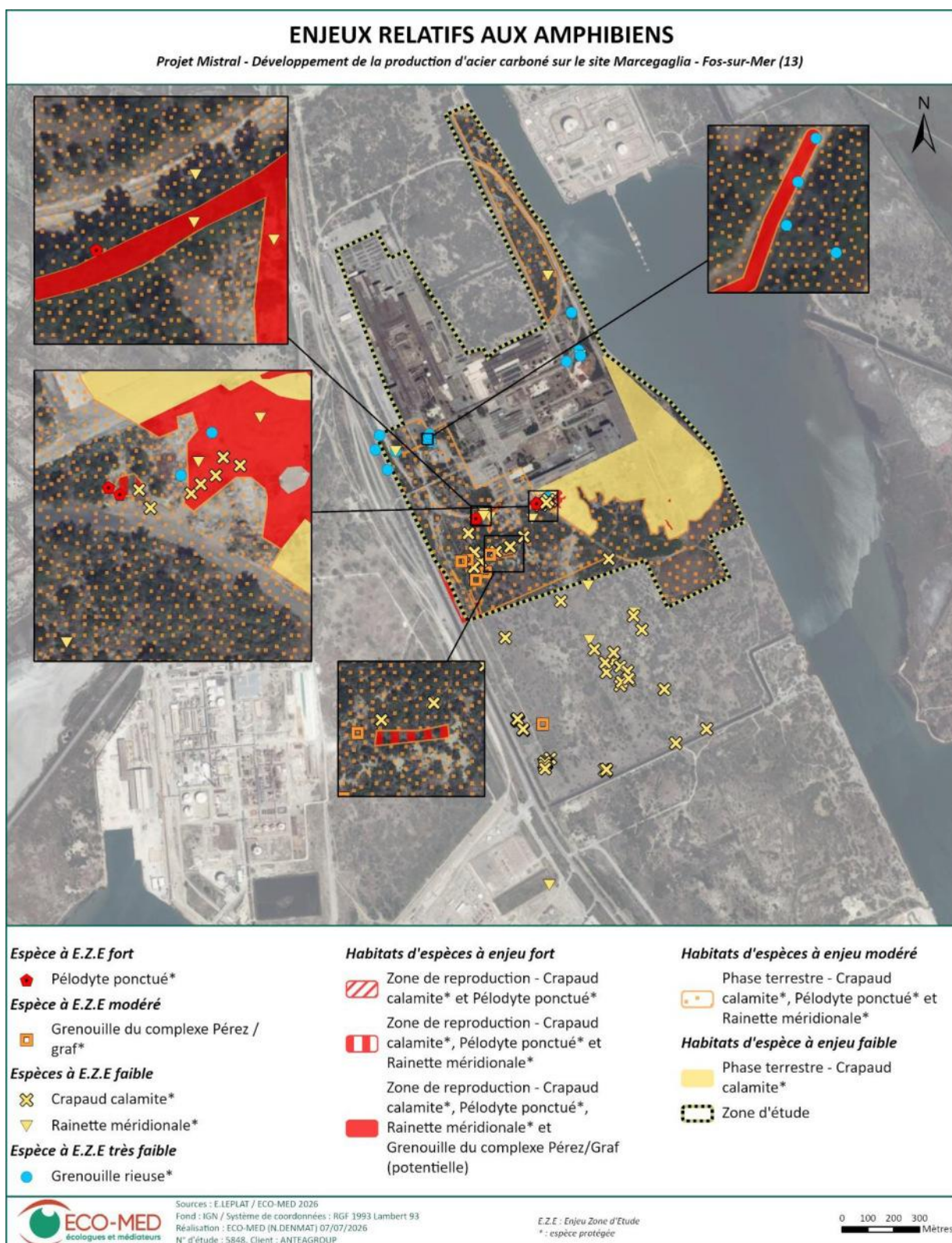
Ainsi, malgré la présence de zones sablonneuses favorables à la présence du Pélobate cultripède en phase terrestre, aucune observation de l'espèce n'a été réalisée par Naturalia, Evinerude et ECO-MED. Au regard du faible taux de détectabilité de l'espèce, la présence éventuelle d'individus erratiques ne peut être totalement exclue, l'espèce est toutefois jugée **faiblement potentielle** dans le cadre de cette étude.



➤ **Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*) ; FRAR3 CDH5 IBE3**

Une partie des grenouilles vertes observées lors des inventaires semblent appartenir, sous toute réserve, à la Grenouille rieuse (ou taxon apparenté), *Pelophylax* cf. *ridibundus*, d'origine exotique. Ce taxon à caractère envahissant et introduit en France (à l'exception de l'Alsace) revêt un enjeu de conservation nul. À ce titre, la Grenouille rieuse ne sera pas traitée dans la suite de ce rapport.

1.6.7. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux amphibiens



Carte 36 : Enjeux relatifs aux amphibiens

ENJEUX RELATIFS AUX AMPHIBIENS - DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Données SILENE

Espèce à E.Z.E fort

★ Pélobate cultripède*

Données ECO-MED

Espèces à E.Z.E faible

✕ Crapaud calamite*

▲ Rainette méridionale*

Espèce à E.Z.E nul

● Grenouille rieuse*

Zone d'étude

Carte 37 : Enjeux relatifs aux amphibiens – données bibliographiques

1.7. Reptiles

À partir des données collectées sur site en 2026, ainsi que des données bibliographiques disponibles (sources : ECO-MED, Naturalia, Evinerude), une liste de 5 espèces avérées a été dressée, et est présentée en **Annexe 6**.

La zone d'étude comporte une diversité d'habitats ouverts à semi-ouverts favorables à la réalisation du cycle biologique complet du cortège herpétologique local (pelouses, friches, fourrés, etc.). La présence d'infrastructures anthropiques est également propice aux reptiles, offrant notamment des opportunités de gîte supplémentaires (blocs rocheux, décombres, éléments métalliques, etc.).

Les espèces avérées appartiennent au cortège fréquemment retrouvé dans des zones anthropisées : la **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus*) à enjeu modéré, le **Lézard des murailles** (*Podarcis muralis*) à enjeu faible, la **Tarente de Maurétanie** (*Tarentola mauritanica*) ainsi qu'au cortège d'espèces inféodées aux habitats aquatiques : la **Couleuvre vipérine** (*Natrix maura*) à enjeu faible.

Les données bibliographiques disponibles dans le secteur étudié indiquent également la présence de la Coronelle girondine (*Coronella girondica*), et de la Couleuvre à échelons (*Zamenis scalaris*) à enjeu modéré, ainsi que de la Couleuvre helvétique (*Natrix helvetica*) à enjeu faible.



Habitats favorables à l'herpétofaune locale

L. SERANNE, 04/03/2026, Fos-sur-Mer (13)



Débris anthropiques favorables au gîte des reptiles

L. SERANNE, 04/03/2026, Fos-sur-Mer (13)



Tableau 28. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Couleuvre de Montpellier* (<i>Malpolon monspessulanus</i>)	Bosquets, fourrés, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Coronelle girondine* (<i>Coronelle girondica</i>)	Bosquets, fourrés, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Couleuvre à échelons* (<i>Zamenis scalaris</i>)	Bosquets, fourrés, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Couleuvre vipérine* (<i>Natrix maura</i>)	Bosquets, fourrés, lisières, canaux, habitats humides	Faible	Faible	Faible
Lézard des murailles* (<i>Podarcis muralis</i>)	Ubiquiste sauf milieux trop industrialisés	Faible	Faible	Faible
Couleuvre helvétique* (<i>Natrix helvetica</i>)	Bosquets, fourrés, lisières, canaux, habitats humides	Faible	Faible	Faible
Tarente de Maurétanie* (<i>Tarentola mauritanica</i>)	Ubiquiste sauf milieux trop industrialisés	Très faible	Faible	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.7.1. Espèces à enjeu zone d'étude très fort à fort

Aucune espèce de reptile à enjeu zone d'étude très fort et fort n'a été avérée lors des inventaires, ni est jugée fortement potentielle.

1.7.2. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ Espèces avérées



Couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus monspessulanus* Hermann, 1804)

Protection	France	FRAR3		
Liste rouge nat.	France	LC	PACA	NT
Autre(s) statut (s)	IBE3			
Répartition mondiale	Espèce présente de la Péninsule ibérique jusqu'à la moitié ouest de la Ligurie (Italie), ainsi qu'au Maroc et dans l'ouest de l'Algérie.			
Répartition française	Localisée sur le pourtour méditerranéen, des Pyrénées-Orientales aux Alpes-Maritimes, et jusque dans la vallée du Rhône (Valence).			
Habitats d'espèce, écologie	Espèce ubiquiste principalement inféodée aux milieux méditerranéens chauds et secs présentant une couverture végétale bien développée.			
Menaces	Aucune menace ne met en péril la survie de l'espèce, malgré une forte mortalité routière.			



M. PEZIN, 03/04/2019, Cogolin (83)



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

La Couleuvre de Montpellier est présente dans l'ensemble des départements de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, à l'exception des Hautes-Alpes et des secteurs en altitude des autres départements (Mont Ventoux, Plateau d'Albion, Montagne de Lure, Alpes du Sud).

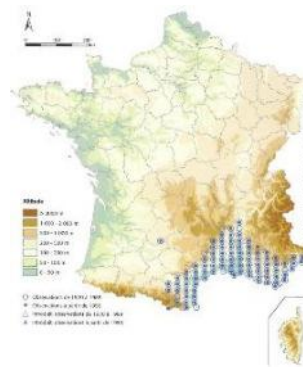
L'espèce est répartie de manière homogène dans le département des Bouches-du-Rhône et est connue de la commune de Fos-sur-Mer. Sa présence au sein du secteur d'étude est également bien documentée d'après la base de données SILENE.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus ont été observés dans et à proximité de la zone d'étude au cours des différents inventaires menés entre 2019 et 2026.

Cette espèce affectionne les habitats ouverts à semi-ouverts thermophiles tels que les pelouses, les friches, les fourrés, etc.

Elle peut réaliser l'intégralité de son cycle biologique au sein de la zone d'étude.



Répartition française
Lescure & De Massary, 2012

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré

■ Espèces fortement potentielles

➤ Coronelle girondine (*Coronella girondica*) ; FRAR3 IBE3

Cette espèce aux mœurs discrètes est connue de la commune de Fos-sur-Mer, avec notamment une donnée localisée en bordure du site industriel de Marcegaglia datant de 2018 (SILENE), ainsi que des données de présence le long de la voir ferrée à moins d'un kilomètre du secteur au nord de Marcegaglia. La zone d'étude présentant des habitats favorables à son écologie (pelouses, friches, fourrés, lisières, etc.), la Coronelle girondine y est donc jugée fortement potentielle.

➤ Couleuvre à échelons (*Zamenis scalaris*) ; FRAR3 IBE3

La Couleuvre à échelons est connue de la commune de Fos-sur-Mer, avec des données de présence situées dans le secteur étudié. Les données bibliographiques internes à ECO-MED indiquent la présence de l'espèce à proximité directe de la zone d'étude, avec notamment un pointage situé à une centaine de mètres du secteur au nord de Marcegaglia. La zone d'étude présentant des habitats favorables à son écologie (pelouses, friches, fourrés, lisières, etc.), la Couleuvre à échelons y est donc jugée fortement potentielle.

1.7.3. Espèces à enjeu zone d'étude faible à très faible

Deux espèces de reptile à enjeu zone d'étude faible et une à enjeu zone d'étude très faible ont été avérées lors des inventaires. Une quatrième espèce, à enjeu zone d'étude faible, est jugée fortement potentielle. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 29. Reptiles à enjeu zone d'étude faible à très faible

Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
Couleuvre vipérine* (<i>Natrix maura</i>)		Faible	FRAR3 IBE3	NT	LC	Un individu a été observé lors des inventaires menés par Evinerude en 2025, à proximité d'un habitat aquatique, favorable pour la recherche alimentaire de l'espèce.



Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
						La zone d'étude comporte des habitats favorables à la réalisation de son cycle biologique complet (habitats aquatiques pour la recherche alimentaire, fourrés, lisières, ...).
Lézard des murailles* (<i>Podarcis muralis</i>)	Faible	Faible	FRAR2 IBE2 CDH4	LC	LC	L'espèce est bien présente au sein de la zone d'étude, notamment au sein de la bande au nord du site de Marcegaglia. Elle réalise l'intégralité de son cycle biologique au sein des habitats ouverts et semi-ouverts, voire des habitats anthropisés.
Couleuvre helvétique* (<i>Natrix helvetica</i>)	Faible	Faible	FRAR2 IBE3	LC	LC	L'espèce utilise, comme la Couleuvre vipérine, les habitats aquatiques en recherche alimentaire. Des données bibliographiques mentionnent sa présence aux abords du site industriel de Marcegaglia (Silène), elle est donc jugée fortement potentielle dans le cadre de cette étude.
Tarente de Maurétanie* (<i>Tarentola mauritanica</i>)	Très faible	Faible	FRAR3 IBE3	LC	LC	L'espèce est bien représentée au sein de la zone d'étude, où de nombreux individus ont été contactés lors des différents inventaires. Elle fréquente préférentiellement les habitats pourvus d'anfractuosités tel que les murs, blocs rocheux, bâtiments, etc.

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle



1.7.4. Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

➤ **Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) ; NAR2, IBE2, CDH2, CDH4**

La Cistude d'Europe est connue de la commune de Fos-sur-Mer et est bien présente dans le territoire fosséen du GPM, notamment au niveau du Tonkin et de l'Audience. Toutefois, l'espèce n'a jamais été observée au sein du secteur du quai minéralier. La zone d'étude ne comportant pas d'habitats favorable à son cycle de vie, la Cistude n'y est donc pas considérée comme potentielle.

➤ **Lézard ocellé (*Timon lepidus*) ; exPNA, IBE2, NAR3**

Le Lézard ocellé est connu à Fos-sur-Mer, avec des données bibliographiques assez proches de la zone d'étude, le long de la voie de desserte du môle minéralier. Ces dernières datent toutefois de 2011 et aucune observation de l'espèce n'a été réalisée depuis et ce, malgré des pressions de prospection assez conséquentes (réalisation d'inventaires par ECO-MED dans le secteur depuis 2011, inventaires menés par Naturalia en 2019/2021 et par Evinerude en 2025), ainsi que la présence d'habitats fortement favorables à l'écologie de l'espèce (tas de blocs rocheux au milieu de zones ouvertes à semi-ouvertes, garennes de lapins, etc.). Cette absence pouvant être due au caractère enclavé de la zone d'étude (entourée d'axes routiers, voies ferrées et bordure du port). Le Lézard ocellé n'est donc pas considéré comme potentiel au sein de la zone d'étude.

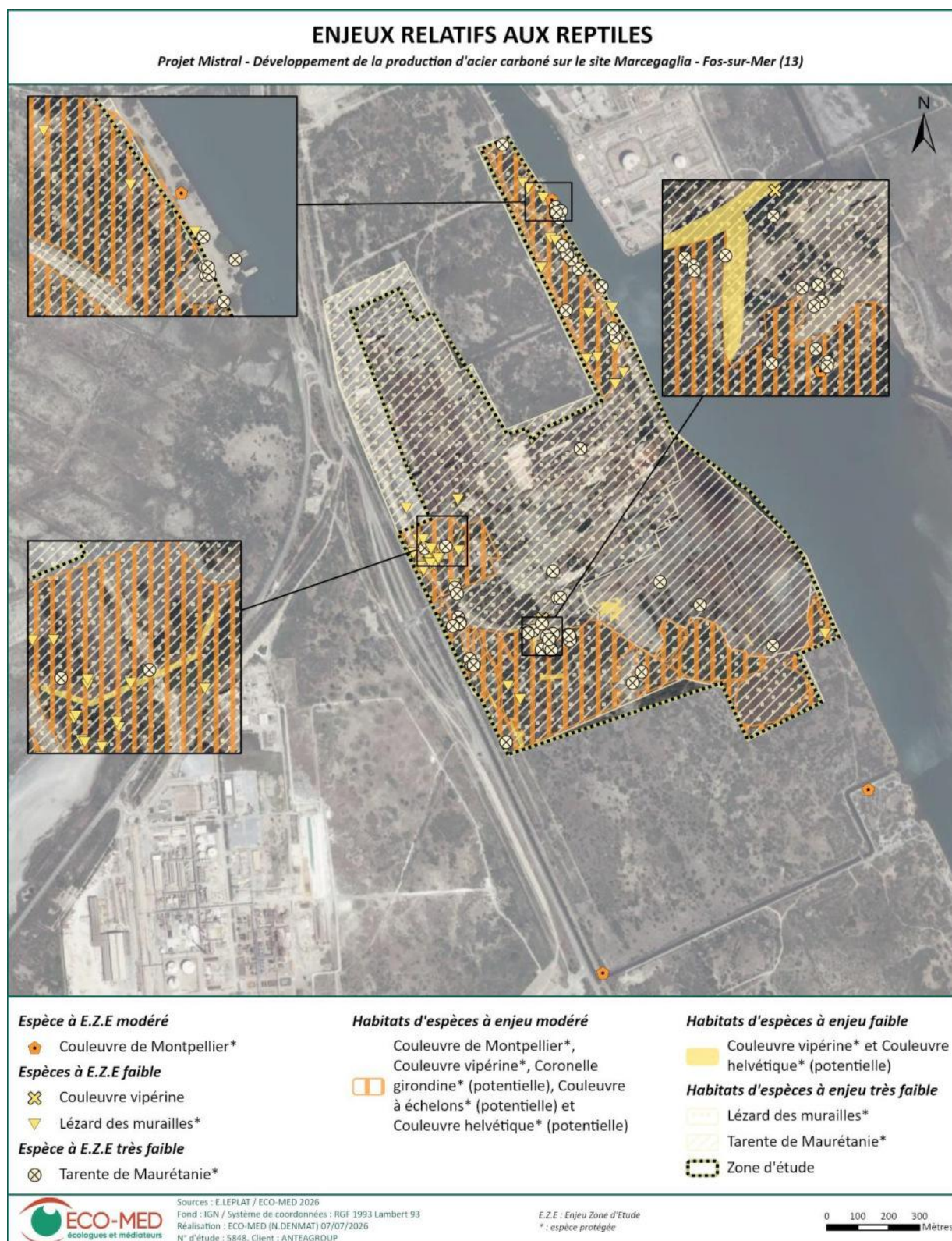
➤ **Psammodrome d'Edwards (*Psammodromus edwardsianus*) ; IBE3, NAR3**

Dans le secteur de la zone d'étude, une population de l'espèce subsiste dans le secteur de la Feuillane. Malgré la présence d'habitats favorables à son écologie au sein de la zone d'étude (zones ouvertes à semi-ouvertes), et plus généralement du môle minéralier, aucune observation de l'espèce n'a été réalisée, malgré les nombreuses prospections réalisées (ECO-MED depuis 2011, Naturalia en 2019/2021 et Evinerude en 2025). Ainsi, le Psammodrome d'Edwards n'est pas considéré comme potentiel au sein de la zone étudiée.

➤ **Seps strié (*Chalcides striatus*) ; NAR3, IBE3**

Le Seps strié est peu connu à l'échelle de la commune de Fos-sur-Mer. L'espèce n'a jamais été observée au sein du môle minéralier, malgré les nombreuses prospections réalisées dans ce secteur. Elle n'est donc pas considérée comme potentielle au sein de la zone d'étude.

1.7.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux reptiles



Carte 38 : Enjeux relatifs aux reptiles

ENJEUX RELATIFS AUX REPTILES - DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Carte 39 : Enjeux relatifs aux reptiles – données bibliographiques



1.8. Oiseaux

Au total, 67 espèces ont été avérées par données bibliographiques dont 30 contactées lors de l'inventaire effectué en mars 2026. 60 bénéficient du statut de protection national parmi lesquelles 29 présentent un enjeu notable au sein de la zone d'étude.

- Les **espèces liées aux boisements** : Ces habitats accueillent plusieurs sites de nidification possibles, comme pour le **Rollier d'Europe** (EZE fort), le **Petit-duc scops**, la **Huppe fasciée** (EZE modéré), le **Milan noir**, le **Pic épeichette**, le **Faucon crécerelle**, le **Faucon hobereau** ou encore la **Buse variable** (EZE faible).
- Les **espèces liées aux milieux semi-ouverts** : ces habitats sont favorables à la nidification du **Coucou geai**, du **Tadorne de belon** (EZE modéré) et la **Fauvette passerinette** (EZE faible), ou pour les recherches alimentaires de différentes Fauvettes et la **Pie-grièche à tête rousse**.
- Les **espèces liées aux milieux ouverts** : Ces habitats sont largement représentés au sein des zones étudiées, et accueillent une avifaune spécialisée, comme l'**Œdicnème criard** (EZE modéré) ou encore le **Cochevis huppé** et la **Cisticole des joncs** (EZE faible) nicheurs ou l'**Effraie des clochers**, le **Busard des roseaux**, le **Guêpier d'Europe**, le **Bruant proyer** et la **Bondrée apivore** en alimentation ;
- Les **espèces liées au milieu aquatiques** : la zone d'étude est située dans un contexte géographique littoral du fait de sa proximité avec la darse n°1 permettant l'observation de nombreuses espèces étant amenées à survoler régulièrement la zone d'étude lors de leurs transits quotidien (**Sterne pierregarin**, **Sterne hansel**, **Sterne caspienne**, **Grand Cormoran**, **Goéland leucophaea**, **Mouette rieuse**, **Mouette mélanocéphale** ; EZE très faible) voire d'exploiter les bordures pour s'y reproduire (**Huîtrier pie** ; EZE modéré) ou pour s'y alimenter (**Martin-pêcheur d'Europe** ; EZE faible) ;
- Les **espèces ubiquistes**, c'est-à-dire utilisant une large gamme d'habitats et possédant une forte valence écologique. C'est le cas du **cortège commun d'espèces protégées** (EZE très faible)

Tableau 30. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Rollier d'Europe* (<i>Coracias garrulus</i>)	Arbres à cavité (nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Fort	Fort	Fort
Busard des roseaux* (<i>Circus aeruginosus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Fort	Faible	Modéré
Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modérée	Modéré
Effraie des clochers* (<i>Tyto alba</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Fort	Très faible	Modéré
Faucon hobereau* (<i>Falco subbuteo</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Faible	Modéré
Huîtrier pie* (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Bordure de la Darse 1 (nidification et alimentation)	Modéré	Modérée	Modéré
Huppe fasciée* (<i>Upupa epops</i>)	Arbres à cavités (nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Modérée	Modéré
Œdicnème criard* (<i>Burhinus oedipnemus</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modérée	Modéré
Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)	Arbres à cavités (nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Modérée	Modéré



Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	Milieux ouverts et talus riches en terriers de lapins (nidification) Milieux littoraux (bords de darse) (alimentation)	Modéré	Modérée	Modéré
Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Faible	Faible
Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Milieux ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	Bosquets de peupliers (nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Faible	Modérée	Faible
Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Bordure de la Darse 1 (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Milieux ouverts (nidification potentielle et alimentation)	Faible	Modérée	Faible
Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	Milieux ouverts (alimentation)	Faible	Modérée	Faible
Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	Milieux boisés (nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Faible	Modéré	Faible
Faucon crécerelle* (<i>Falco tinnunculus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Faible	Modérée	Faible
Fauvette à lunettes* (<i>Curruca conspicillata</i>)	Milieux semi-ouverts (alimentation)	Très fort	Très faible	Faible
Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	Milieux semi-ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Faible	Faible
Héron cendré* (<i>Ardea cinerea</i>)	Bordure de la Darse 1 (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	Bordure de la Darse 1 (alimentation)	Modéré	Faible	Faible
Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	Milieux boisés (Nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Faible	Modérée	Faible
Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	Milieux boisés (alimentation et nidification)	Faible	Modérée	Faible
Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	Milieux semi-ouverts (alimentation)	Fort	Très faible	Faible



Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	Milieux semi-ouverts (nidification et alimentation)	Faible	Modéré	Faible
Cortège des oiseaux nicheurs communs protégés* (14 espèces)	Tous types d'habitats (alimentation et nidification)	Très faible	Modéré	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.8.1. Espèces à enjeu zone d'étude très fort

Aucune espèce à enjeu zone d'étude très fort n'a été avérée ou n'est jugée fortement potentielle dans les zones étudiées.

1.8.2. Espèces à enjeu zone d'étude fort

■ Espèce avérée



Rollier d'Europe (*Coracias garrulus* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	NT
Autre(s) statut(s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	NT
<i>Répartition mondiale</i>	De répartition paléarctique, le Rollier d'Europe est un migrateur strict qui hiverne en Afrique.		
<i>Répartition française</i>	Localisé essentiellement sur la frange littorale méditerranéenne.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Insectivore, il niche dans les cavités naturelles ou creusées par le Pic vert (<i>Picus viridis</i>), généralement dans de grands arbres.		
<i>Menaces</i>	L'utilisation de produits phytosanitaires et la raréfaction des arbres creux qu'il utilise pour se reproduire.		



S. CABOT, 10/05/2015, Istres (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

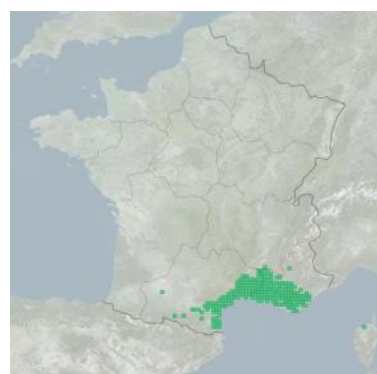
Plusieurs données de Rollier d'Europe confirment son statut de nicheur localement. Cette espèce est migratrice en France, elle n'y est présente qu'en période de reproduction.

Dans la zone d'étude :

Quelques données de Rollier d'Europe confirment la présence de l'espèce sur ou à proximité immédiate de la zone d'étude. La présence potentielle d'arbres à cavités au sein de la zone d'étude est favorable à la nidification de l'espèce. Les milieux semi-ouverts et ouverts sont favorables à ses recherches alimentaires.

Au regard de ses éléments, le Rollier d'Europe est jugé potentiellement nicheur et en alimentation au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Fort



Aire de reproduction française

1.8.3. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ Espèces avérées



Busard des roseaux (*Circus aeruginosus* (Linnaeus, 1758))

Protection	NO3	UICN France	NT
-------------------	-----	--------------------	----



Autre(s) statut (s)	CD01, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	EN
<i>Répartition mondiale</i>	Nicheur paléarctique, il hiverne en Afrique et en Inde, mais les populations d'Europe de l'Ouest sont sédentaires.		
<i>Répartition française</i>	Il niche essentiellement dans le nord et l'est de la France, sur la côte Atlantique, le long du couloir Rhodanien et sur les côtes méditerranéennes.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Inféodé aux roselières, il niche directement sur le sol et se nourrit de petits mammifères, d'oiseaux et de batraciens.		
<i>Menaces</i>	La principale menace est la régression de son habitat (zones humides et roselières).		



S. CABOT, 16/11/2014, Istres (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Bien que peu abondant, le Busard des roseaux est bien représenté au sein des zones humides du secteur d'étude (marais entre Crau et Grand Rhône). Plus localement, les marais de l'Audience, implantés sur la rive Est de la darse n°1, abritaient dans les années 2000, deux à cinq couples reproducteurs de Busard des roseaux (source : PGEN d'ArcelorMittal 2013-2017).

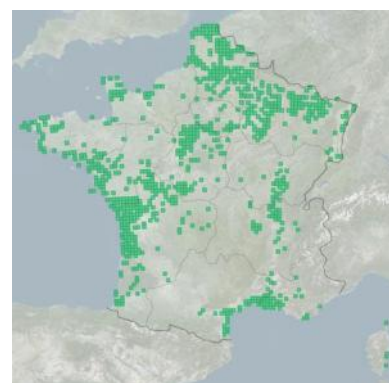
Dans la zone d'étude :

L'espèce a été contactée en chasse au sein de la zone d'étude en juillet 2024 (Ecomed).

La zone d'étude recèle des milieux ouverts et semi-ouverts favorables aux quêtes alimentaires de ce rapace. Notons également que les milieux littoraux sont également propices à la chasse de cette espèce affectionnant les zones humides.

Toutefois, les individus de Busard des roseaux contactés dans la zone d'étude semblent privilégier la chasse du Lapin de garenne, espèce de mammifère très abondante *in situ*.

Notons que la zone d'étude ne recèle pas d'habitats favorables à la nidification du Busard des roseaux.



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort



Coucou geai (*Clamator glandarius* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE2	Liste Rouge PACA	VU
<i>Répartition mondiale</i>	Nicheur afro-tropical, le Coucou geai niche au Moyen-Orient, en Egypte et en Europe méditerranéenne. Les populations européennes rejoignent en hiver les populations locales subsahariennes.		
<i>Répartition française</i>	En France, le Coucou geai se reproduit presque exclusivement dans les départements riverains de la mer Méditerranée.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	C'est une espèce des milieux semi-ouverts, plutôt chauds. Insectivore, une des particularités de cet oiseau est qu'il parasite les nids de Pie bavarde (<i>Pica pica</i>) pour y pondre.		
<i>Menaces</i>	La modification de son habitat de reproduction (mosaïque de paysages méditerranéens) est considérée comme la menace principale.		



S. CABOT, 24/04/2014, Saint-Martin-de-Crau (13)



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

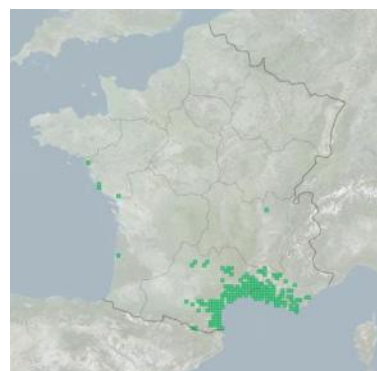
Quelques données de Coucou-geai sont confirmées dans le secteur d'étude. Notons que l'espèce est jugée nicheuse certaine au sein de la commune de Fos-sur-Mer (source : faune-paca). Elle est migratrice en France, présente uniquement en période de reproduction.

Dans la zone d'étude :

Le Coucou geai a été contacté à de nombreuses reprises entre 2019 et 2024. (études Neocarb, Ascofields, Gravithy) L'espèce, qui parasite les nids de Pie bavarde pour s'y reproduire, affectionne les milieux semi-ouverts thermophiles. La physionomie de la zone d'étude semble favorable à ses recherches alimentaires, au sein des milieux ouverts, ainsi qu'à sa nidification au niveau des fourrés arbustifs de Tamaris, et bosquets de peupliers.

Il est considéré comme nicheur et en recherches alimentaires au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



Aire de reproduction française



Effraie des clochers (*Tyto alba* (Scopoli, 1769))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE2	Liste Rouge PACA	EN
Répartition mondiale	L'Effraie des clochers occupe une vaste aire de répartition englobant les régions chaudes et tempérées des cinq continents.		
Répartition française	En France, l'espèce se reproduit sur l'ensemble du territoire, excepté dans les zones montagneuses des Alpes, des Pyrénées et du Massif central.		
Habitats d'espèce, écologie	Cette chouette affectionne les milieux ouverts et bocagers dans lesquels elle se nourrit principalement de micromammifères. Elle niche le plus souvent dans des bâtiments, granges, greniers, églises, etc.		
Menaces	Son déclin est principalement dû aux collisions avec les véhicules.		



J. PERNIN, 17 octobre 2014, Dijon (21)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est jugée plutôt rare en PACA, même si le département des Bouches-du-Rhône reste son bastion, où elle est principalement localisée en Camargue et sur le pourtour de l'étang de Berre. Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout l'année.

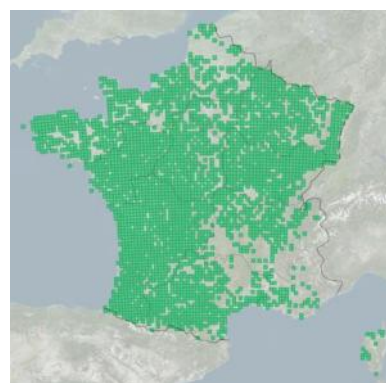
Dans la zone d'étude :

D'après les données issues des études réalisées historiquement, un nid avait été découvert, à moins de 2km au nord des zones étudiées, sous un point ferroviaire. Ce site de nidification est connu depuis quelques années et produit régulièrement des jeunes à l'envol. 4 jeunes non volants ont été observés en avril 2025 sur ce site (*comm.pers.*)

La zone étudiée n'accueille aucun site potentiel de nidification, mais le couple identifié est susceptible de venir chasser *in situ*.

Les zones les plus ouvertes concernées par la zone étudiée sont favorables comme zones d'alimentation et/ou de transit pour le couple nicheur identifié plus au nord.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort



Aire de reproduction française



Falcon hobereau (*Falco subbuteo* (Linnaeus, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBO2, IBE2	Liste Rouge PACA	NT
Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, il hiverne essentiellement en Inde et dans le sud de l'Afrique.		



Répartition française En France, le Faucon hobereau se reproduit sur la majorité du territoire.

Habitats d'espèce, écologie L'espèce niche en zone boisée (bocages et zones humides) et se nourrit principalement d'insectes et d'oiseaux qu'elle capture au vol.

Menaces L'arrachage de haies, le drainage et la mise en culture des zones humides, l'utilisation de pesticides et les mauvaises conditions d'hivernage en Afrique.



A. REBOUL, 16/05/2020, Hâble d'Ault (80)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est bien représentée en PACA, elle est principalement présente dans les vallées alluviales de la Durance, du Rhône, du Verdon, du Var ou encore de l'Argens ainsi qu'en Camargue. La population régionale serait comprise entre 250 et 450.

Dans la zone d'étude :

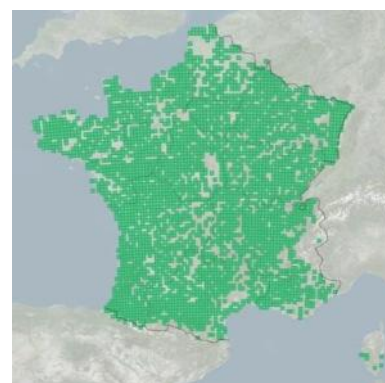
L'espèce a été contacté à plusieurs reprises, entre 2019 et 2025 (Ecomed, Naturalia) principalement au niveau du canal situé au sud de la zone d'étude.

Un couple paradant, réalisant des voltiges et des vocalises caractéristiques, a notamment été observé lors des prospections réalisées au mois de mai 2025 (Naturalia) au sud de la zone d'étude.

Le Faucon hobereau affectionne les milieux frais et humides dans lesquels il se reproduit et vient y rechercher sa nourriture. Les boisements de Peupliers présents localement avec certains sujets matures sont idéal pour la nidification de l'espèce.

Les individus du couple chassent également au-dessus du fuseau d'étude les insectes et les oiseaux qui composent son régime alimentaire.

Ainsi, un couple de l'espèce est jugé nicheur probable au sein des habitats de la zone d'étude.



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré



Huppe fasciée (*Upupa epops* (Linnaeus, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheuse de l'Ancien Monde, elle est strictement migratrice en Europe et hiverne en Afrique.		
Répartition française	En période de reproduction, la Huppe fasciée est présente dans la majorité de l'hexagone à l'exception de quelques départements du nord de la France.		
Habitats d'espèce, écologie	Cavicole, elle affectionne les arbres à cavités ainsi que les vieilles bâtisses pour se reproduire. Insectivores, elle recherche les zones ouvertes pour s'alimenter.		
Menaces	Raréfaction des sites de nidification et baisse de la disponibilité alimentaire liée à l'utilisation des produits phytosanitaires.		



S. CABOT, 06 juillet 2014, Saint-Gilles (30)

Contexte local

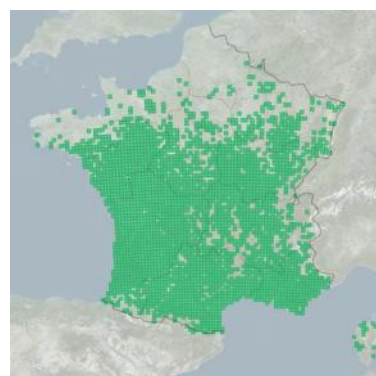
Dans le secteur d'étude :

Plusieurs données de Huppe fasciée confirme sa nidification localement, sur le littoral méditerranéen, où elle niche principalement au sein d'arbres à cavités ou de bâti. Cette espèce est migratrice en France, cependant, depuis plusieurs années on constate que plusieurs individus changent leur habitude et hivernent également dans le sud de la France.

Dans la zone d'étude :

A l'instar des observations historiques, un individu a été contacté lors de la prospection d'ECO-MED en mars 2026.

Les habitats identifiés au sein de la zone prospectée sont favorables à la nidification de l'espèce. Les nombreuses cavités observées dans les arbres sénescents semblent très attractives.



Aire de reproduction française



Notons que les zones ouvertes de la zone étudiée sont propices aux recherches alimentaires de cette espèce.

Par conséquent, la zone étudiée est favorable à tout ou partie de son cycle biologique.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	LC
<i>Répartition mondiale</i>	Nicheur de l'Ancien Monde, les populations françaises hivernent principalement en Afrique.		
<i>Répartition française</i>	L'espèce se reproduit principalement dans le centre et l'ouest de la France ainsi qu'en région méditerranéenne.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Il affectionne les milieux cultivés mais également les zones steppiques et les autres milieux à végétation rase.		
<i>Menaces</i>	L'intensification agricole et la raréfaction du pastoralisme engendrent une diminution des habitats favorables à l'espèce.		

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'Œdicnème criard est une espèce nicheuse localement. La plaine de Crau est le bastion régional où nichent plus de 800 couples. Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente toute l'année.

Dans la zone d'étude :

A l'instar des observations historiques, plusieurs individus d'Œdicnème criard ont été contactés au sein de la zone étudiée, durant l'inventaires en mars 2026.

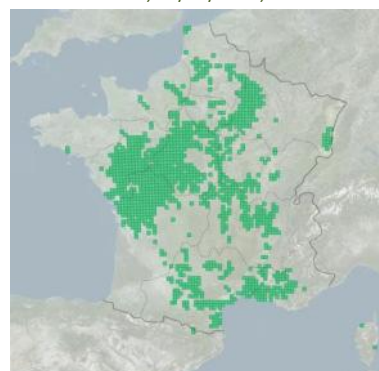
L'ensemble des zones ouvertes imbriquées en mosaïque au sein d'une matrice arbustive sont exploitées par l'espèce.

Au regard des observations, entre 1 et 2 couples se partagent la zone d'étude dans laquelle ils trouvent des habitats favorables à leurs recherches alimentaires et à leur nidification.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



A. REBOUL, 16/02/2021, Canaries



Aire de reproduction française



Petit-duc scops (*Otus scops* (Linnaeus, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE2	Liste Rouge PACA	LC
<i>Répartition mondiale</i>	Nicheur paléarctique, il hiverne en Afrique. Quelques populations isolées sont sédentaires.		
<i>Répartition française</i>	Le Petit-duc scops est essentiellement présent dans la moitié sud de la France notamment sur le pourtour méditerranéen. Il devient rare au-dessus de la Loire.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Cavicole, il niche dans les cavités de grands ou vieux arbres. Insectivores, il recherche les zones ouvertes pour chasser.		
<i>Menaces</i>	Les principales menaces sont la raréfaction des arbres creux et la baisse de la disponibilité alimentaire liée à l'utilisation des produits phytosanitaires.		



A. REBOUL, 11/05/2022, La Martre (83)



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

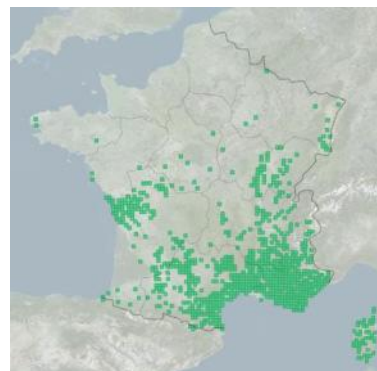
Plusieurs données confirment la présence du Petit-duc scops en nidification localement. L'espèce est migratrice en France, elle n'y est présente qu'en période de reproduction.

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été entendue chanteuse à plusieurs reprises au cours de la nuit du 28/04/2026. A l'instar des observations historiques, la zone d'étude est favorable à ses recherches alimentaires et à sa nidification. En effet, les cavités et les anciens nids de corvidés recensés au sein des arbres (Peupliers) présents sont particulièrement favorables à la nidification de cette espèce cavicole.

L'espèce est susceptible de nicher et de s'alimenter au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



Aire de reproduction française



Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBO2, IBE2	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, il est essentiellement sédentaire.		
Répartition française	En période de reproduction, il occupe de manière quasi continue le littoral, du Nord au bassin d'Arcachon, ainsi que les zones humides littorales méditerranéennes.		
Habitats d'espèce, écologie	Il niche dans les zones humides côtières tels que les dunes, îles et îlots. Le nid est généralement établi en situation cavernicole, dans des terriers de lapins abandonnés.		
Menaces	Les principales menaces sont la dégradation des zones humides, des lagunes et des milieux littoraux ainsi que le dérangement en période de reproduction.		



S. CABOT, 12/04/2016, Berre-l'Etang (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Localement, le Tadorne de Belon est bien représenté à Fos-sur-Mer (Faune-France.org). Il utilise les nombreuses garennes formées dans le sol sableux pour y installer son nid. L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

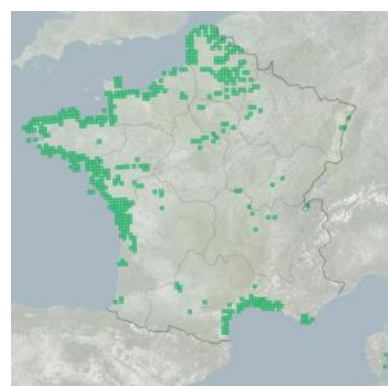
Plusieurs individus de Tadorne de Belon ont été observés tournant à de nombreuses reprises au-dessus de la zone d'étude en mars 2026.

Durant cette période de l'année, l'espèce recherche des cavités au sein des milieux ouverts et/ou semi-ouverts afin de pouvoir y établir son nid à l'abri des prédateurs. La plupart du temps, le Tadorne de Belon utilise les terriers de Lapin de garenne comme site de nidification.

Au regard de l'occurrence des observations réalisées, de l'abondance des garennes et des observations réalisées, la nidification de cette espèce sur cette zone d'étude est jugée probable.

Notons que le Tadorne de Belon exploite les milieux aquatiques alentours pour ses recherches alimentaires.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



Aire de reproduction française

1.8.4. Espèces à enjeu zone d'étude faible à très faible

Tableau 31. Oiseaux à enjeu zone d'étude faible à très faible



Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)	Faible	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	LC	LC	Un individu de Bondrée apivore a été observé en septembre 2024 par le bureau d'étude Evinerude. L'espèce peut utiliser ponctuellement la zone d'étude pour ses recherches alimentaires et ses phases de repos lors de la période de migration
Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Faible	NO3 IBE3	LC	NT	Le Bruant proyer a été avéré lors de l'inventaire effectué en mars 2026. L'espèce n'est pas connue nicheuse et n'a pas été recontacté en avril 2026 sur la zone d'étude, elle peut cependant utiliser les milieux ouverts présents notamment au sud-est pour ses recherches alimentaires.
Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	Faible	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	LC	-	Un individu de Busard Saint-Martin a été observé en chasse dans la partie au nord de la zone d'étude en avril 2024. L'individu n'y a pas stationné longtemps. Il peut cependant utiliser ponctuellement les milieux semi-ouvert et ouverts de la zone d'étude pour ses recherches alimentaires.
Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	Faible	NO3 IBO2 IBE3 CCA	LC	LC	La Buse variable est très bien représentée localement. Plusieurs anciens nids de rapaces ont également été observés au sein de grands arbres présents. L'espèce est considérée en reproduction fortement potentielle au sein de la zone d'étude et peut également y chasser.
Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Faible	NO3, IBO2, IBE2	NT	VU	Plusieurs individus de Chevalier guignette ont été contactés (Ecomed, 2023 et 2025), sur les rives de la darse n°1, un peu plus au sud. Présent dans le secteur d'étude uniquement lors de ses haltes migratoires, ce limicole exploite la rive le long de la Darse n°1 exclusivement lors de ses quêtes alimentaires.
Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Modéré	NO3 IBE3	VU	LC	Un individu de Cisticole des joncs a été contacté dans la zone étudiée en mars 2026. Plusieurs données bibliographiques confirment sa nidification localement. Les formations végétales dominés par une strate herbacée haute sont favorables à l'accomplissement de tout ou partie du cycle biologique



Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
					de l'espèce (alimentation et nidification).
Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	Modéré	NO3 IBE3	LC	VU	L'analyse des données bibliographiques disponibles montre la présence de plusieurs couples de Cochevis huppé implantés localement. Un individu chanteur a été contacté lors de l'inventaire en mars 2026. La zone étudiée propose des habitats ouverts favorables à l'écologie de cette espèce, aussi bien pour sa nidification que pour ses recherches alimentaires.
Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	Faible	NO3 IBO2 IBE3 NO6 CCA	LC	LC	L'Epervier d'Europe a été contacté dans la partie au nord de la zone d'étude en avril 2024 par le bureau d'étude Evinerude. L'espèce est ubiquiste pour son alimentation, elle peut utiliser les milieux boisés de la zone d'étude pour sa nidification
Fauvette à lunettes* (<i>Curruca conspicillata</i>)	Faible	IBE2 NO3	EN	EN	L'analyse des données bibliographiques disponibles montre la présence d'un individu de Fauvette à lunettes en octobre 2024 (secteur nord-est de la zone d'étude). Plusieurs couples sont avérés sur la commune de Fos-sur-mer. Celle-ci peut ponctuellement utiliser les milieux semi-ouverts de la zone étudiée pour ses recherches alimentaires. Les habitats de la zone d'étude ne présentent pas les caractéristiques favorables à sa reproduction <i>in situ</i> (l'espèce étant connue en Camargue pour nicher dans les marais halophiles à Salicorne).
Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	Faible	IBE2 NO3	LC	LC	L'analyse des données bibliographiques disponibles montre la présence d'un individu de Fauvette grisette en avril 2021 par le bureau d'étude Naturalia. L'espèce n'est pas nicheuse localement, elle peut cependant utiliser les milieux semi-ouverts pour ses recherches alimentaires
Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Faible	IBE2 NO3 IBO2	LC	LC	L'analyse des données bibliographiques disponibles (Ecomed, 2023 ; Naturalia, 2024) montre la présence de plusieurs couples nicheurs plus au sud du môle central, hors zone d'étude le long de la roubine au sud (projet



Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
					Carbon). Les habitats sablonneux de la zone d'étude pourraient être favorables à sa reproduction. Toutefois, à ce jour, l'espèce ne semble pas ou plus nicheuse dans la zone d'étude. Localement l'espèce est bien représentée et utilise l'ensemble des milieux ouverts et semi-ouverts pour ses recherches alimentaires.
Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Faible	NO3, IBE3	NT	NT	L'analyse des données bibliographiques disponibles montre la présence de nombreux individus d'Hirondelle rustique en recherches alimentaires au-dessus des zones ouvertes et semi-ouvertes de la zone étudiée. Les prospections d'avril 2026 ne mettent pas en évidence une potentielle utilisation des bâtiments pour sa nidification. L'espèce a également été observée en vol au-dessus de la zone d'étude en avril 2026.
Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	Faible	NO3, CDO1, IBE2	VU	LC	La bibliographie confirme la présence du Martin-pêcheur d'Europe sur la zone d'étude. L'espèce a été contactée en mars 2026, à l'affût, sur les rives du canal qui traverse la zone d'étude. Les données bibliographiques confirment également sa présence le long de la Darse 1 et des canaux présents plus au nord et au sud de la zone d'étude. L'espèce semble exploiter les zones humides du secteur d'étude uniquement lors de ses recherches alimentaires.
Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	Modéré	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	LC	LC	Le Milan noir est très bien représenté localement. Plusieurs individus ont été contactés sur la zone d'étude lors du passage en mars 2026. Plusieurs anciens nids de rapaces ont également été observés au sein de grands arbres présents. L'espèce est considérée en reproduction fortement potentielle au sein de la zone d'étude et peut également y chasser, l'espèce ayant déjà été avérée comme nicheuse au sein du môle central (Ecomed, 2024 – Neocarb)
Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	Faible	IBE2 NO3	VU	LC	L'analyse des données bibliographiques disponibles

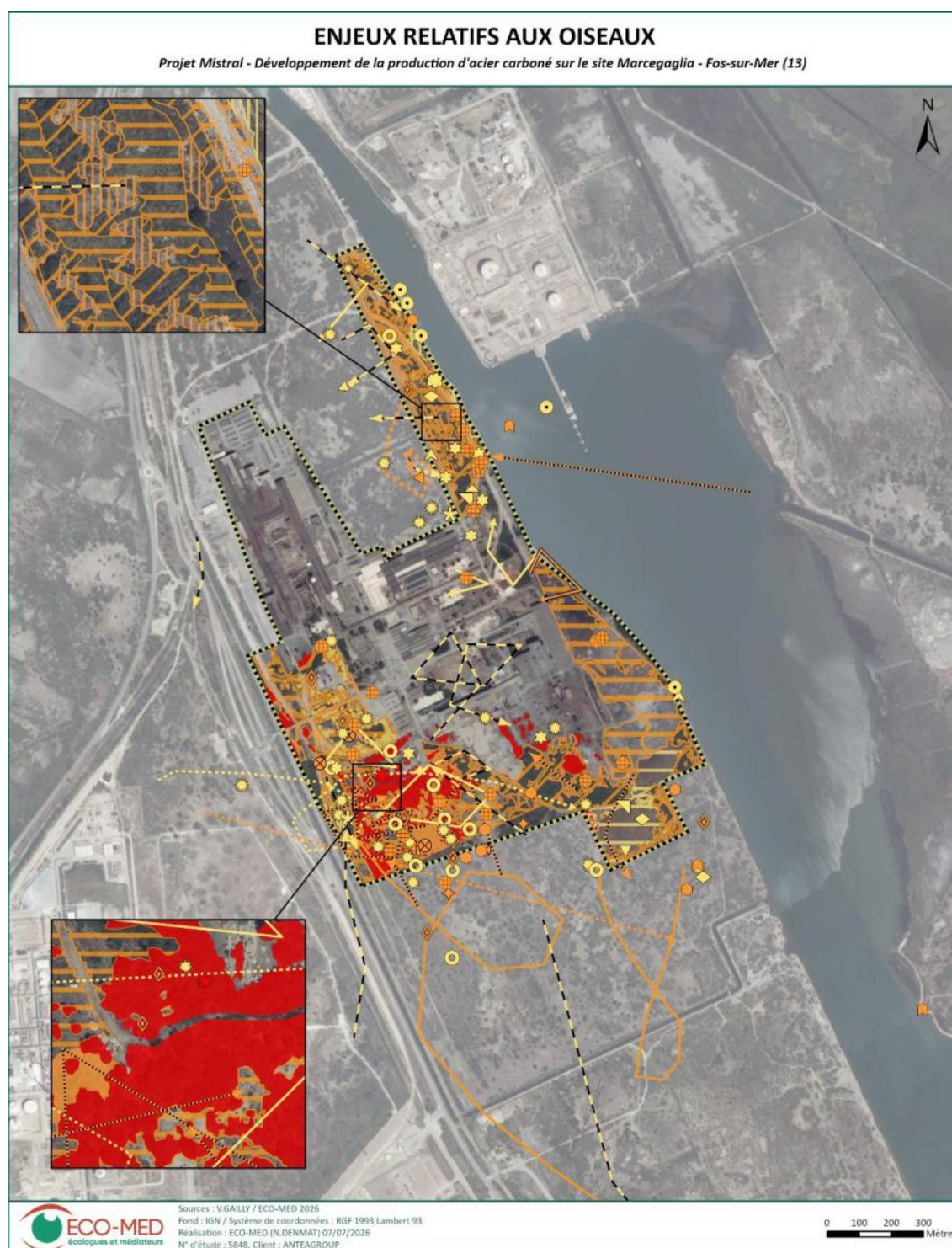


Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
					montre que le Pic épeichette a été contacté au nord de la zone d'étude. Lors de l'inventaire en mars et avril 2026, plusieurs individus ont été contactés dans les milieux semi-naturels présents à l'ouest de la zone d'étude (Bosquets de Peupliers blancs). Elle peut utiliser les arbres morts présents pour y créer des cavités afin d'y construire son nid et de s'y alimenter.
Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	Faible	IBE2 NO3	VU	CR	Les inventaires historiques menés par le bureau d'études Naturalia avaient permis d'avérer un individu de Pie-grièche à tête rousse en période migratoire en mai 2019 sur la zone d'étude. L'espèce exploite l'aire d'étude uniquement lors de ses haltes migratoires. La zone étudiée ne présente pas d'habitats susceptibles d'être particulièrement attractifs pour sa nidification.
Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	Faible	IBE2 NO3	VU	VU	Les inventaires historiques menés par le bureau d'études Evinerude a permis d'avérer le Verdier d'Europe en avril 2025 sur la zone d'étude. L'espèce est susceptible d'être nicheuse et en recherches alimentaires dans les habitats semi-ouverts
Cortège des oiseaux communs protégés* (34 espèces)	Modéré	NO3	-	-	Le cortège des oiseaux communs protégés peut utiliser l'ensemble de la zone d'étude pour tout ou partie de leur cycle biologique (transit, alimentation, nidification)

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.8.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux oiseaux





ENJEUX RELATIFS AUX OISEAUX - LÉGENDE - EMPRISE

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)

Espèce à E.Z.E fort

- Rollier d'Europe*

Espèces à E.Z.E modéré

- Oedicnème criard*
- Huîtrier pie*
- Coucou geai*
- Huppe fasciée*
- Petit-duc scops*
- Tadorne de Belon*

Espèces à E.Z.E faible

- Bondrée apivore*
- Chevalier guignette*
- Cisticole des joncs*
- Cochevis huppé*
- Epervier d'Europe*
- Fauvette à lunettes*
- Martin-pêcheur d'Europe*
- Hirondelle rustique*
- Verdier d'Europe*
- Milan noir*
- Bruant proyer*

- Pic épeichette*

Survols d'espèces à E.Z.E modéré

- Busard des roseaux*
- Busard Saint-Martin*
- Faucon hobereau*
- Huîtrier pie*
- Oedicnème criard*
- Tadorne de Belon*

Survols d'espèces à E.Z.E faible

- Bruant proyer*
- Buse variable*
- Guépier d'Europe*
- Hirondelle rustique*
- Milan noir*

Habitats d'espèces à enjeu fort

- Zone de nidification potentielle - Rollier d'Europe*, Huppe fasciée*, Petit-duc scops*, Coucou geai*, Faucon hobereau*, Buse variable*, Milan noir* et Pic épeichette*

Habitats d'espèces à enjeu modéré

- Zone d'alimentation - Coucou geai*, Huppe fasciée* et Oedicnème criard*
- Zone de nidification potentielle - Coucou geai* et Milan noir*
- Zone de nidification potentielle - Oedicnème criard*
- Zone de nidification potentielle - Tadorne de Belon*

Habitats d'espèces à enjeu faible

- Zone d'alimentation - espèces de milieux semi-ouverts
- Zone d'alimentation - espèce de milieux ouverts
- Zone d'alimentation - espèce de milieux ouverts et semi-ouverts
- Zone d'alimentation - espèces de milieux boisés
- Zone de nidification potentielle - Cisticole des joncs* et Zone d'alimentation - espèces de milieux ouverts
- Zone d'étude



Sources : V.GAILLY / ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 07/07/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

E.Z.E : Enjeu Zone d'Etude
* : espèce protégée

0 100 200 300 Mètres

Carte 40 : Enjeux relatifs aux oiseaux

1.9. Mammifères terrestres

Une liste de 19 espèces avérées a été dressée, et présentée en Annexe 8. Parmi ces 19 espèces avérées utilisant la zone d'étude, deux groupes se distinguent : les mésomammifères et les micromammifères.

➤ Études des mésomammifères

L'ensemble des mésomammifères regroupe l'ensemble des taxons des mammifères ayant une masse de plus de 250 g. Cet ensemble hétéroclite comprend huit espèces sur la zone d'étude ; le **Lapin de garenne** (*Oryctolagus cuniculus*), bien représenté dans le golfe de Fos, malgré son déclin à l'échelle nationale, le **Putois d'Europe** (*Mustela putorius*), méso-carnivore en déclin à l'échelle nationale. La zone d'étude abrite une population importante de Lapins de garenne, avec de nombreux individus et garennes observés sur l'ensemble de la zone. Cette espèce joue un rôle écologique crucial, notamment en tant que ressource alimentaire pour de nombreux prédateurs aviaires (Milan noir, Buse variable) et mammaliens (Renard roux, Putois d'Europe). De plus, en creusant ses terriers, il crée des réseaux pouvant servir de gîtes favorables aux amphibiens, aux mammifères, ou encore aux oiseaux comme le Tadorne de Belon. L'**Écureuil roux** (*Sciurus vulgaris*), également protégé au niveau national, est présent dans les boisements relictuels du môle central et relève d'un enjeu zone d'étude très faible. Les autres espèces utilisant la zone d'étude, sont le **Blaireau européen** (*Meles meles*), la **Fouine** (*Martes foina*), le **Renard roux** (*Vulpes vulpes*), le **Sanglier** (*Sus scrofa*) et le **Chat domestique / haret** (*Felis catus*). Ces espèces communes et bien implantées dans le golfe de Fos ne présentent pas d'enjeu de conservation significatif.

En complément des espèces avérées, le **Hérisson d'Europe** (*Erinaceus europaeus*) est également jugé potentiellement présent sur la zone d'étude, au vu des données bibliographiques disponibles et des habitats favorables identifiés.



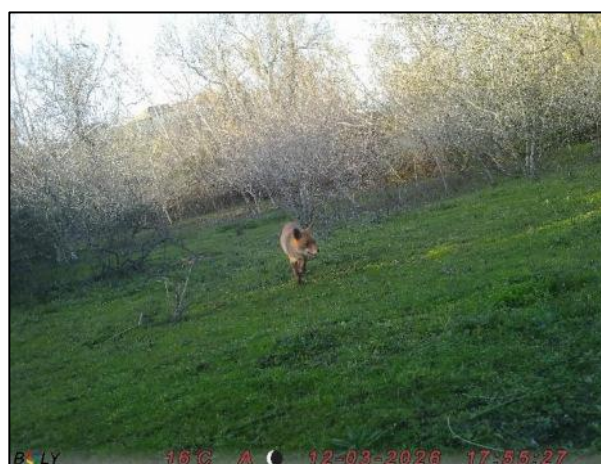
Lapin de garenne capté par le piège P04
L.SERANNE, 16/03/2026, Fos-sur-Mer (13)



Blaireau européen capté par le piège P02
L.SERANNE, 07/03/2026, Fos-sur-Mer (13)



Sanglier capté par le piège P01
L.SERANNE, 06/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

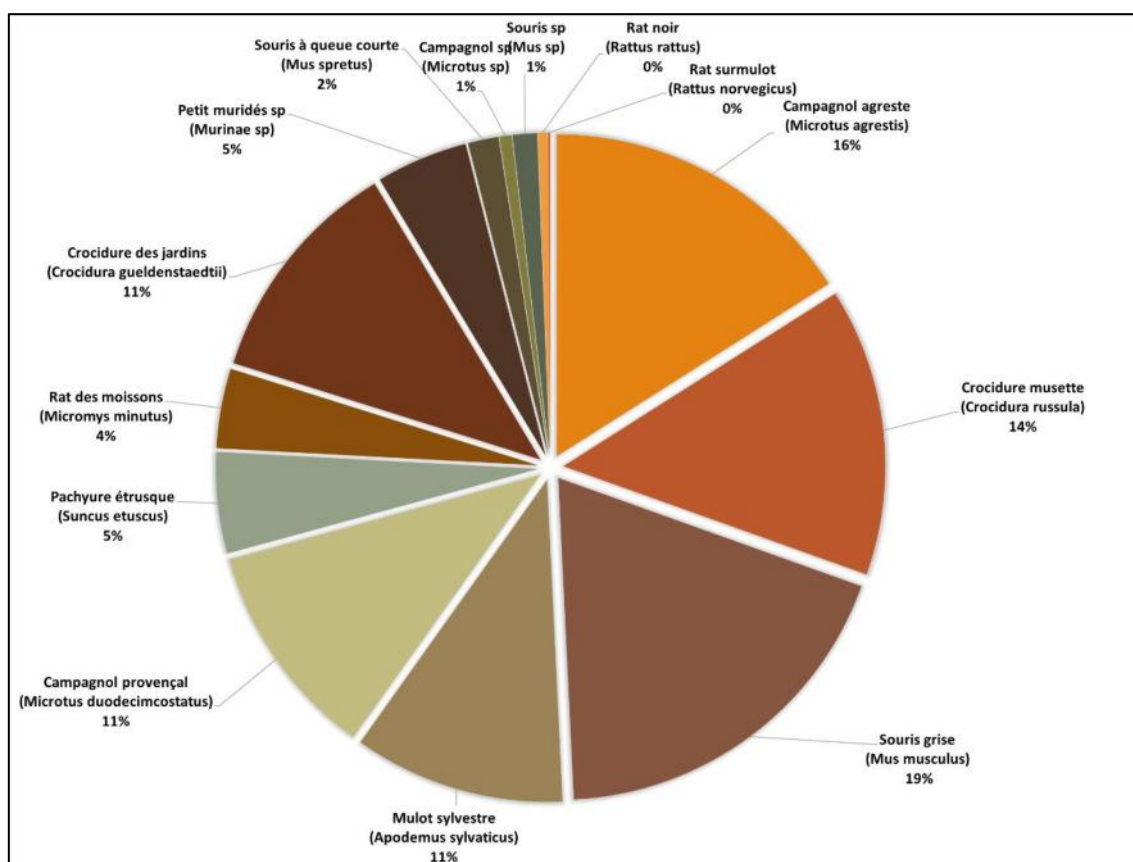


Renard roux capté par l'appareil photographique P05
L.SERANNE, 12/03/2026, Fos-sur-Mer (13)



➤ Étude des micromammifères

L'analyse de plus de 200 pelotes de réjection collectées entre février 2024 et mars 2026 a permis de déterminer la composition du régime alimentaire de l'Effraie des clochers fréquentant ce site (voir diagramme ci-dessous) et d'identifier la communauté de micromammifères potentiellement présente dans la zone d'étude. Au total, onze espèces de micromammifères ont été identifiées parmi les proies : trois espèces présentant un ELC modéré : la **Crocidure des jardins** (*Crocidura gueldenstaedtii*), le **Campagnol provençal** (*Microtus duodecimcostatus*) et le **Rat des moissons** (*Micromys minutus*) ; deux espèces présentant un ELC faible ; la **Souris à queue courte** (*Mus spretus*) et la **Pachyure étrusque** (*Suncus etruscus*) ; cinq espèces présentant un ELC très faible : le **Campagnol agreste** (*Microtus agrestis*), le **Mulot sylvestre** (*Apodemus sylvaticus*), la **Crocidure musette** (*Crocidura russula*), la **Souris grise** (*Mus musculus*) et le **Rat noir** (*Rattus rattus*) ; une espèce présentant un ELC nul : le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*).



Répartition des micromammifères présent dans les pelotes de réjection récoltées sous le pont de la D268.

Tableau 32. Espèces de mammifères terrestres avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Putois d'Europe (<i>Mustela putorius</i>)	Tous types de milieux proches d'une masse d'eau	Modéré	Modéré	Modéré
Hérisson d'Europe* (<i>Erinaceus europaeus</i>)	Milieux ouverts	Faible	Faible	Faible
Lapin de garenne (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Tous types de milieux	Modéré	Faible	Faible
Crocidure des jardins	Milieux ouverts	Modéré	Faible	Faible



Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
<i>(Crocidura gueldenstaedtii)</i>				
Campagnol provençal <i>(Microtus duodecimcostatus)</i>	Milieux ouverts (Prairies, pelouses...)	Modéré	Faible	Faible
Rat des moissons <i>(Micromys minutus)</i>	Prairies humides (Jonchaies, phragmitaies...)	Modéré	Faible	Faible
Écureuil roux* <i>(Sciurus vulgaris)</i>	Ripisylve	Très faible	Faible	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

1.9.1. Espèces à enjeu zone d'étude fort à très fort

Aucune espèce à enjeu zone d'étude fort à très fort n'a été avérée ni considérée comme fortement potentielles au sein de la zone d'étude.

1.9.2. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ Espèces avérées



Putois d'Europe *Mustela putorius* (Linnaeus, 1758)

Protection Autre(s) statut (s)	UICN France DH5, IBE3	NT
Répartition mondiale	Paléarctique occidental (absent au nord de la péninsule scandinave).	
Répartition française	Toute la France métropolitaine à l'exception de la Corse. Présent du niveau de la mer jusqu'à 1500m.	
Habitats d'espèce, écologie	Fréquente les milieux humides, les zones bocagères, les bois clairs et affectionne la proximité de l'eau ; peut vivre près des habitations. Exclusivement nocturne et solitaire. Gîte varié (cavité naturelle, terrier de lapins, tas de bois et meules de foin). Consomme principalement des petits mammifères, des oiseaux, des amphibiens, des poissons.	
Menaces	Destruction de ses habitats, la pollution des cours d'eau, la mortalité routière et le piégeage.	



L.SÉRANNE, 27/04/2023, Villeneuve (04)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est peu commune. Présente principalement dans la vallée du Rhône ainsi qu'en Camargue, quelques données l mentionnent le long de la Durance dans les Alpes-de-Haute-Provence ainsi que dans les Hautes-Alpes, il est absent du Var et des Alpes-Maritimes.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs sources bibliographiques attestent de la présence du Putois d'Europe sur les communes de Fos-sur-Mer, de Port-Saint-Louis-du-Rhône (au niveau de la plateforme logistique du GPMM) ainsi que sur la commune d'Arles, notamment au niveau de la Fossette et du marais du Ligagneau. Cette espèce, en déclin à l'échelle nationale, est difficilement observable en raison de son activité nocturne, de l'étendue de son territoire (plusieurs centaines d'hectares) et de ses faibles densités de population (environ 1 individu/km²). Plusieurs crottiers ont été observés au sein de la zone d'étude Sud, qui présente une attractivité modérée pour l'espèce. Ce secteur offre une mosaïque d'habitats favorable, caractérisée par une bonne disponibilité en proies — notamment le Lapin de garenne, représentant une part importante de son régime alimentaire —, une proximité avec les milieux aquatiques (roubine longeant la route du quai minéralier) ainsi qu'une abondance de structures favorables au gîte, telles que les garennes. En effet, le Putois d'Europe se nourrit



Répartition française entre 2000 et 2021

Source : Plan national de conservation du Putois d'Europe (*Mustela putorius*) en France, LACOSTE Nathalie & RIGAUX Pierre (2021).



principalement de lapins et utilise fréquemment les terriers abandonnés comme sites de repos et de reproduction.

Enfin, l'espèce était déjà considérée comme potentiellement présente sur la propriété d'Ascometal dans le diagnostic écologique réalisé par Naturalia Environnement en 2022, dans le cadre du projet Gravithy.

Au sein de la zone d'étude, l'espèce est avérée par la présence de plusieurs crottiers. Les milieux naturels présents, ainsi que l'abondance de lapins de garenne, permettent à l'espèce d'accomplir l'ensemble de son cycle de vie au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



■ Espèces fortement potentielles

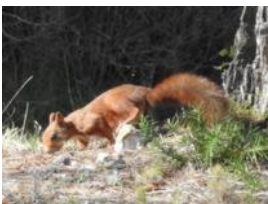
Aucune espèce à enjeu zone d'étude modéré n'a été jugée comme fortement potentielles au sein de la zone d'étude.

1.9.3. Espèces à enjeu zone d'étude faible à très faible

Tableau 33. Mammifères terrestres à enjeu zone d'étude faible à très faible

Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
 Hérisson d'Europe* (<i>Erinaceus europaeus</i>)	Faible	Faible	NM2, CBE3	LC	Lors des diagnostics écologiques réalisés par Naturalia Environnement (2019-22) et par Evinerude en 2025, le Hérisson d'Europe avait été jugé comme fortement potentiel au sein de la zone d'étude. L'espèce est également connue à l'échelle de la commune de Fos-sur-Mer, avérée lors des inventaires réalisés dans le cadre des projets INNOVEX en 2017. Par ailleurs, des données internes d'ECO-MED indiquent sa présence à moins de trois kilomètres de la zone d'étude en 2020, dans des milieux similaires. La zone d'étude présente des conditions favorables à l'accomplissement de l'ensemble de son cycle biologique. Le couvert végétal est suffisamment dense pour permettre l'hibernation, et la présence de nombreux tas de bois et de gravats de béton est susceptible d'offrir des gîtes favorables à l'hibernation et à la reproduction. Enfin, les milieux naturels présents au sein de la zone d'étude offrent des ressources alimentaires suffisantes pour permettre la reproduction de l'espèce.
 Crocitude des jardins (<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>)	Faible	Faible	CBE3	NT	Plusieurs individus ont été retrouvés dans des pelotes de réjections d'Effraie des clochers récoltées au nord de la zone d'étude. D'après la taille moyenne des domaines de chasse de l'Effraie des clochers, il est fort probable qu'elle vienne chasser dans la zone d'étude. Les habitats de la zone d'étude sont propices au développement de ce petit insectivore nocturne. De plus, des données bibliographiques attestent de la présence de l'espèce au sud de la zone d'étude au sein des emprises des projets de Carbon et H2V. L'espèce était déjà considérée comme présente sur la propriété d'Ascometal dans le diagnostic écologique réalisé par Naturalia Environnement en 2022. Pour l'ensemble de ces raisons, l'espèce est jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.
 Lapin de garenne (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Faible	Faible	NGIB1	NT	De nombreux individus ainsi que plusieurs de garenne ont été observés sur l'ensemble de la zone d'étude. La prospection par piège photographique a permis d'observer des individus adultes comme juvéniles attestant de plusieurs reproductions dans la zone d'étude au sein des différentes garennes référencés. Lors des diagnostics écologiques réalisés par Naturalia Environnement avant 2022 et par Evinerude en 2025, le Lapin de garenne avait été aussi observé à de nombreuses reprises au sein de la zone d'étude. La zone d'étude apparaît favorable à l'ensemble des phases du cycle de vie de l'espèce.
Rat des moissons (<i>Micromys minutus</i>)	Faible	Faible	-	LC	Plusieurs d'individus ont été retrouvés dans les pelotes de réjection d'Effraie des clochers récoltées au nord de la



Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu Zone d'Etude	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
					zone d'étude. Vu la taille moyenne des domaines de chasse des effraies des clochers, il est fort probable que l'espèce vienne chasser sur le tracé de la zone d'étude. De plus, des habitats de prédilection du Rat des moissons (Jonchaies, phragmitaies...) sont présents au sein de la zone d'étude et sont favorables à l'ensemble du cycle biologique de l'espèce. L'espèce était déjà considérée comme présente sur la propriété d'Ascométal dans le diagnostic écologique réalisé par Naturalia Environnement avant 2022. Pour l'ensemble de ces raisons, l'espèce est jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.
Campagnol provençal (<i>Microtus duodecimcostatus</i>)	Faible	Faible	-	LC	Plusieurs individus de Campagnol provençal ont été retrouvés dans les pelotes de réjections d'Effraie des clochers récoltés au nord de la zone d'étude. D'après la taille moyenne des domaines de chasse de l'espèce, il est fort probable qu'elle vienne chasser dans les milieux présents sur le tracé de la zone d'étude. L'espèce était déjà considérée comme présente sur la propriété d'Ascometal dans le diagnostic écologique réalisé par Naturalia Environnement avant 2022. Pour l'ensemble de ces raisons, l'espèce est jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.
 Écureuil roux* (<i>Sciurus vulgaris</i>)	Faible	Très faible	NM2, CBE3	LC	Des indices de présence caractéristiques de l'Écureuil roux (cônes de pin rongés) ont été observés lors des inventaires réalisés sur la zone d'étude Nord. Les boisements présents sur ce secteur sont favorables à l'espèce. Par ailleurs, l'espèce est mentionnée dans la bibliographie au sein des bosquets de Pin d'Alep situés sur le môle central. L'ensemble des boisements de la zone d'étude présente des conditions favorables à l'accomplissement de toutes les phases du cycle de vie de l'espèce, tant pour l'alimentation que pour les fonctions de gîte.

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

1.9.4. Cas particuliers

■ Le Castor d'Eurasie (*Castor fiber*), NM2, DH2, DH4, CBE3

Le Castor d'Eurasie (*Castor fiber*) a motivé la désignation de deux sites Natura 2000 proches : les ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles » et « Le Rhône aval ». L'espèce est présente dans la ripisylve du Rhône jusqu'au niveau de Salins-de-Giraud et fréquente régulièrement les marais du Vigueirat. Cependant, ces secteurs se trouvent à plusieurs dizaines de kilomètres de la zone d'étude par voie d'eau, et les zones d'eaux saumâtres et salées qui séparent ces habitats rebutent généralement l'espèce.

De surcroît, aucun habitat favorable à son installation n'est présent au sein de la zone d'étude malgré la présence de roubine au sein de la zone d'étude. Par conséquent, la potentialité de présence de l'espèce sur cette zone est jugée **nulle**.

■ La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), NM, NM2, DH2, DH4, CBE2

La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) a motivé la désignation de deux sites Natura 2000 situés à proximité : les ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles » et « Le Rhône aval ». L'espèce est présente dans le Rhône jusqu'à son embouchure et s'est récemment installée dans les marais du Vigueirat. Bien que ces zones soient distantes de



plusieurs dizaines de kilomètres de la zone d'étude, accessibles par voie d'eau incluant des secteurs d'eaux saumâtres et salées qui ne constituent pas un obstacle pour la Loutre d'Europe, les habitats présents sur le tracé de la zone d'étude ne sont pas propices à son installation ou à son développement.

Par conséquent, la potentialité de présence de l'espèce sur la zone d'étude est jugée **nulle**.

➤ **Chat haret / domestique (*Felis catus*)**

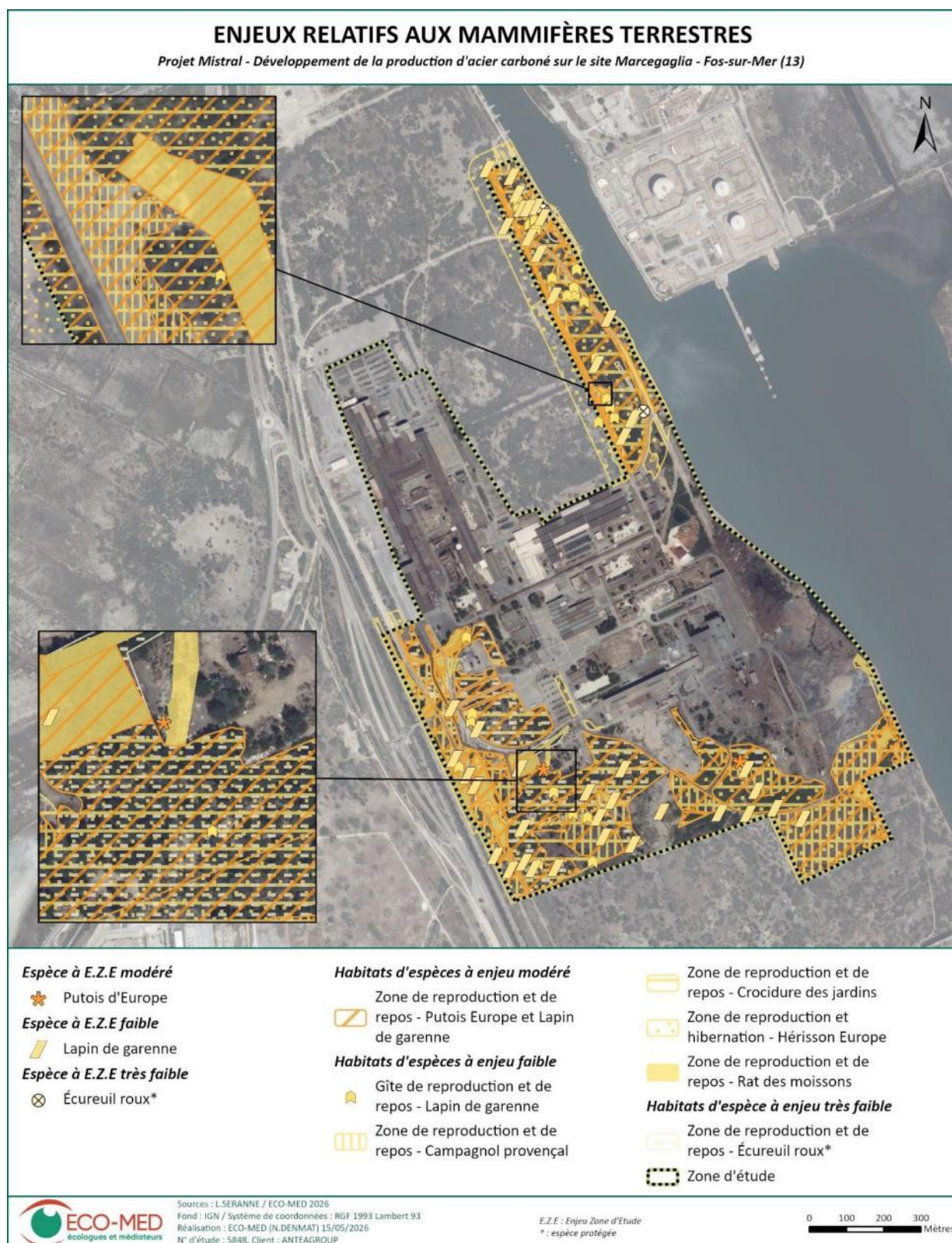
Lors des inventaires diurnes, plusieurs chats harets ou domestiques ont été observés dans les milieux naturels de la zone d'étude. Cette espèce ne présente aucun enjeu de conservation, en raison de sa domestication par l'Homme. Toutefois, sa présence peut avoir un impact négatif sur la faune sauvage utilisant la zone. En effet, même bien nourri, le chat conserve un fort instinct de prédation et chasse de nombreuses espèces sans forcément les consommer, ce qui peut générer une compétition avec les autres prédateurs utilisant la zone. Les proies les plus affectées sont les micromammifères, les passereaux et l'herpétofaune. L'espèce est d'ailleurs considérée comme invasive dans les milieux insulaires et, dans un contexte continental, constitue un prédateur supplémentaire de la petite faune. En France, le chat est identifié comme l'une des trois principales causes de mortalité des oiseaux de jardin, impactant aussi la dynamique de nombreux petits mammifères et reptiles. Des mesures de gestion, visant au contrôle des populations ou au confinement des individus, pourraient être envisagées afin de limiter ses effets sur la biodiversité locale.



Chat haret / domestique capté par le piège photographique 04 ayant chassé un lapereau

L.SERANNE, 14/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

1.9.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux mammifères terrestres



Carte 41 : Enjeux relatifs aux mammifères terrestres



1.10. Chiroptères

Le golfe de Fos-sur-Mer constitue l'un des secteurs les plus étudiés de la région Sud en matière de chiroptérologie. Le territoire du Grand Port Maritime de Marseille a ainsi fait l'objet de nombreuses investigations, conduites à la fois par des structures naturalistes locales (Groupe Chiroptères de Provence, Tour du Valat, CEN PACA, etc.) et dans le cadre d'études environnementales récemment réalisées par des bureaux d'études spécialisés (NATURALIA, ECO-MED, EVINERUDE, etc.). Ces travaux ont permis de constituer un corpus de données particulièrement conséquent sur la chiroptérofaune du secteur.

Malgré le caractère fortement anthropisé de la Zone Industriale-Portuaire, plusieurs habitats relictuels y persistent et offrent des conditions favorables à l'accueil des chiroptères, tant pour l'établissement de gîtes que pour les activités de chasse.

La revue bibliographique associée aux études récentes réalisées dans le périmètre du projet d'aménagement de plateformes logistiques (ECOMED, 2023-2025) a permis de rassembler un volume important de données complémentaires, constituant la base de l'analyse présentée dans la présente étude. Le croisement de ces informations avec l'analyse des habitats disponibles et l'écologie des différentes espèces a permis d'établir la liste des espèces à l'échelle de l'aire d'étude.

Une liste de 15 espèces ou groupe d'espèces de chiroptères a été dressée et présentée en Annexe 9

Les habitats présents dans la zone d'étude tels que les zones humides, les milieux arborés et semi-ouverts et ouverts, sont attractifs pour le cortège chiroptérologique recensé.

Tableau 34. Espèces de mammifères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce dans la zone d'étude	Enjeu local de conservation PACA	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	Fort	Modéré	Fort
Murin à oreilles échancrées* (<i>Myotis emarginatus</i>)	Milieux boisés, milieux semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	Fort	Modéré	Fort
Minioptère de Schreibers* (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit	Très fort	Faible	Modéré
Molosse de Cestoni* (<i>Tadarida teniotis</i>)	Tous milieux - Chasse et transit	Fort	Faible	Modéré
Petit/Grand murin * (<i>Myotis blythii/myotis</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	Fort	Faible	Modéré
Pipistrelle pygmée* (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	Modéré	Modéré	Modéré
Sérotine commune* (<i>Eptesicus serotinus</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	Modéré	Modéré	Modéré
Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	Modéré	Modéré	Modéré
Murin Cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	Modéré	Modéré	Modéré
Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Milieux boisés, milieux semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et	Modéré	Modéré	Modéré



Espèce	Habitats d'espèce dans la zone d'étude	Enjeu local de conservation PACA	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
	transit Gîtes arboricoles potentiels			
Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	Milieus humides, lisières - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	Faible	Modéré	Faible
Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	Faible	Modéré	Faible
Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	Faible	Modéré	Faible
Oreillard gris* (<i>Plecotus austriacus</i>)	Milieus ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	Faible	Faible	Faible
Vespère de Savi* (<i>Hypsugo savii</i>)	Milieus ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit	Faible	Faible	Faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------



1.10.1. Intérêts du secteur vis-à-vis des chiroptères

Gîtes :

- Gîtes anthropiques :

Au sein de la zone d'étude au nord le long de la Darse, un **bâtiment présent à enjeu fort** est favorable au gîte de plusieurs espèces de chiroptères :

- **Gîte de parturition mixte de Pipistrelles** (Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle commune). Le gîte comptabilise ~75 individus avec une majorité de Pipistrelle de Kuhl (soixantaine d'individus) et des individus isolés de Pipistrelle pygmée et Pipistrelle commune (individus isolés). En 2018/2021, Naturalia avait observé une cinquantaine d'individus de Pipistrelle pygmée.

En période migratoire, une vingtaine d'individus sont comptabilisés au printemps contre une quinzaine en automne.
- **Gîte de transit et reposoir nocturne de Grand rhinolophe**. En 2018/2021 et 2024, un individu de Grand rhinolophe a été retrouvé en gîte. Il utilise l'ancienne cave mais très probablement d'autres pièces du bâtiment. Sur les autres périodes, des contacts de Grand rhinolophe sont détectés en cours de nuit au niveau du bâtiment indiquant que ce dernier l'utilise également en tant que reposoir nocturne.
- **Reposoir nocturne de Murins à oreilles échancrées, Murin cryptique et Oreillard gris**. Des contacts en cours de nuit sont détectés en 2018/2021 et/ou 2024 au niveau du bâtiment indiquant qu'il est probablement utilisé en tant que reposoir nocturne.
- **Gîte ponctuel de Sérotine commune** en période estivale au sein des parpaings. Des contacts crépusculaires de l'espèce indiquent que des individus isolés utilisent le gîte ponctuellement.



Gîte de parturition avéré de Pipistrelle de Kuhl (photo gauche)

S. BAILLET, 17 juillet 2024, Port-Saint-Louis-du-Rhône (13)

5 autres gîtes anthropiques de moindre importance ont été identifiés sur la zone d'étude. Il s'agit d'un pont présentant des fissures peu profondes dont l'enjeu est jugé faible et des bâtiments de l'usine présentant des fissures potentiellement favorables à la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl ou la Pipistrelle pygmée en tant que reposoir nocturne, l'enjeu qui leur est attribué varie entre très faible et faible.

• Gîtes arboricoles

La zone d'étude comprend plusieurs arbres présentant des cavités favorables à l'accueil de chiroptères. L'enjeu qui leur est attribué est défini en fonction de différents critères décrits dans le référentiel de la partie 2.3.3

Au total, **24 arbres gîtes potentiels ont été identifiés** dont 7 à enjeu fort, 13 à enjeu modéré et 4 à enjeu faible et un patch de 5 arbres gîtes potentiels à enjeu fort.

Les milieux boisés qui composent en partie la zone d'étude offrent un réseau d'arbres gîtes potentiels favorable aux espèces arboricoles telles que la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius, le Murin Cryptique ou le Murin de Daubenton entre autres.



Bien qu'un passage en fin de période hivernale ait permis la prospection des arbres à une période où les caducs soient dépourvus de feuillage, la liste ne peut être jugée comme exhaustive au regard de la densité de végétation et des difficultés d'accès sur l'ensemble de la zone.



Exemple d'arbres gîtes potentiels présents sur la zone d'étude

C.LÉON, 09/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

- Zones de chasse

La zone d'étude offre un panel assez diversifié d'habitats de chasse pour l'ensemble du cortège avéré et potentiel localement.

La zone d'étude est majoritairement composée de **milieux ouverts et semi-ouverts** favorables au cortège de chauves-souris appréciant ces milieux pour la chasse telles que le Minioptère de Schreibers et la Sérotine commune, fortement contactés au cours des inventaires mais aussi le Petit Murin.

On note également des **milieux boisés** composés de bosquets qui sont importants pour les espèces à tendance forestière et de lisière à l'instar du Murin à oreilles échancrées contacté dans ce milieu et pour le Grand Rhinolophe

Le zone d'étude possède également des **milieux humides** (mares temporaires et roubine en eau) qui sont susceptibles d'attirer de nombreuses espèces de chauves-souris même ponctuellement. En effet, ces habitats présentent une richesse en ressource alimentaire qui facilite la chasse et le transit.





Zone de chasse favorables aux chauves-souris

C. LÉON 09/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

- **Zone de transit**

Les corridors de transit se traduisent par des structures linéaires paysagères formés par des continuités d'éléments naturels (allée d'arbres, haies, cours d'eau, reliefs...) ou anthropiques (bâtiments, routes, voies de chemin de fer, canaux d'irrigation...) créant des lisières sur lesquelles les chiroptères appuient leur écholocation pour pouvoir se déplacer. La plupart des chauves-souris chassent en transit ce qui explique que ces corridors soient aussi considérés comme des corridors de transit et de chasse. En transit, on distingue les espèces de haut vol comme le Minioptère de Schreibers ou le Molosse de Cestoni entre autres qui sont moins attachés à ces structures que les espèces dites de lisière comme l'Oreillard gris ou les Rhinolophes qui elles en sont réellement dépendantes pour leurs déplacements. L'enjeu qui est attribué à ces corridors dépend de plusieurs facteurs de qualité tels que leur capacité à connecter différents écosystèmes, la qualité de leur continuité, leur capacité en termes de ressource alimentaire, leur proximité avec des gîtes, la qualité des milieux qu'ils traversent, l'abondance des corridors dans une zone donnée ou les espèces qui le fréquentent et leur fréquence de présence.

Les principaux corridors exploités par l'ensemble du cortège chiroptérologique local sont les **lisières des zones boisées et des alignements de fourrés**.

D'autres corridors secondaires sont exploités par des espèces de lisière tels que les quelques pistes qui sillonnent les zones semi-ouvertes.



Corridors de transit principaux au sein de la zone d'étude

C. LÉON, 09/03/2026, Fos-sur-Mer (13)



- Niveau d'activité (Anabat)

Niveaux d'activité du transit printanier au 11/05/2026

11 05 2026 - Période de transit printanier									
Milieu	Friche	Allée entourée d'arbres	Milieu fermé	Milieu ouvert	Lisière arborée	Petit plan d'eau	Milieu ouvert industrialisé	Nombre de contacts total par espèce	Commentaire
Numéro du point d'écoute	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E08		
Minioptère de Schreibers		Modéré	Modéré	Modéré	Faible			23	passages ou recherche de proies
Molosse de Cestoni		Modéré	Modéré	Fort	Modéré	Faible		132	phases de recherche de proies en plein ciel
Myotis sp.		Modéré						2	passages ponctuels sur E2
Noctule de Leisler			Modéré	Modéré	Faible			39	recherche de proies sur E3 et E4 en première partie de nuit
Pipistrelle commune	Fort	Fort	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	2301	chasse
Pipistrelle de Kuhl	Très fort	Modéré	Modéré	Fort	Fort	Modéré	Faible	3177	chasse
Pipistrelle ou Minioptère de Schreibers		Non calculé	Non calculé	Non calculé		Non calculé		7	
Pipistrelle pygmée	Très fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	3207	chasse
Sérotine commune		Modéré	Modéré	Modéré				14	passages
Sérotule	Non calculé		Non calculé					2	
Niveau d'activité général	Fort et permanent	Important	Moyen	Important	Moyen	Moyen	Moyen		
Richesse spécifique	3	6	7	7	6	4	3		





1.10.2. Espèces à enjeu zone d'étude très fort

Aucune espèce à enjeu zone d'étude très fort n'est avérée ou jugée fortement potentielle sur site d'étude.

1.10.3. Espèces à enjeu zone d'étude fort



Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)

Protection	NM2	UICN France	LC
Liste rouge Rhône-Alpes (2015)	EN	Autre(s) statut(s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2
<i>Répartition mondiale</i>	Paléarctique sur un arc allant du Pays de galle au Japon en passant par l'Asie Mineure, le Proche-Orient et le Sud du massif Himalayen.		
<i>Répartition française</i>	A l'origine sur tout le territoire (Corse comprise), actuellement plus fréquent dans la moitié sud-ouest et les secteurs karstiques des Alpes et du Jura.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Affectionne les zones karstiques, les paysages semi-ouverts à forte diversité d'habitats. Lié aux pâturages et prairies où il chasse de gros insectes (coprophages) à l'affut. Colonies en milieu souterrain ou bâti. Rayon de chasse moyen : 2,5 km (max. 10km)		
<i>Menaces</i>	Modifications des milieux agricoles, disparition de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.		



Grand Rhinolophe
Photo : J. VOLANT, ECO-MED

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements mais peu commune. 4 grosses populations de l'espèce sont connues dont la plus proche en Camargue (600 individus).

Notons que cette espèce discrète est très difficile à contacter en détection ultrasonore. En effet, elle émet faiblement et ses ultrasons ne peuvent être captés qu'à quelques mètres de distance.

Dans la zone d'étude :

L'espèce est citée dans les sites Natura 2000 suivants : « Crau centrale – Crau sèche » (FR9301595), « Marées de la vallée des Baux et vallée d'Arles » (FR9301596) et « Camargue » (FR9301592).

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en gîte anthropique. L'espèce, détectée par Naturalia, utilise la zone d'étude comme zone de chasse et de transit.



Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Fort



Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806)

Protection	NM2	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2		



Répartition mondiale	Sud du paléarctique occidental, Asie Mineure, Maghreb et Proche-Orient.
Répartition française	Présent sur la quasi-totalité du territoire, populations plus importantes en région Centre, Bourgogne, Franche-Comté et sur le piémont des Alpes et du Vercors.
Habitats d'espèce, écologie	Fréquente les massifs forestiers feuillus parcourus de zones humides. Anthrophile ou cavernicole en période estivale, parfois opportuniste le reste de l'année (arbres, falaises, etc.) et capable de déplacements importants. Se nourrit d'arachnides et de petits insectes.
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, les colonies connues sont généralement à basse altitude, la plus proche se situe en Camargue (1 000 individus d'après QUEKENBORN, 2009) et dans la Vallée du Rhône. L'espèce reste donc rare avec seulement sept colonies de reproduction connues en PACA.

Dans la zone d'étude :

L'espèce est citée dans les sites Natura 2000 suivants : « Crau centrale – Crau sèche » (FR9301595), « Marées de la vallée des Baux et vallée d'Arles » (FR9301596) et « Camargue » (FR9301592).

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en gîte anthropique. L'espèce, détectée par Naturalia, utilise la zone d'étude comme zone de chasse et de transit.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Fort



Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

1.10.4. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ Espèces avérées



Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817)

Protection	NM2	UICN France	VU
Autre(s) statut(s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	Pourtour méditerranéen, jusqu'aux Balkans et au Caucase.		
Répartition française	Deux-tiers sud du pays. Plus abondant dans la moitié sud à l'exception du massif jurassien.		
Habitats d'espèce, écologie	Strictement cavernicole et grégaire, ce qui augmente sa vulnérabilité. Chasse dans des milieux en mosaïque. Rayon d'action moyen : 18 km (max. 40km). Régime alimentaire spécialisé sur les Lépidoptères.		
Menaces	Les menaces qui pèsent sur l'espèce sont principalement le dérangement des gîtes souterrains, le développement de l'énergie éolienne et la banalisation des milieux naturels.		





Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements de PACA (principalement à des altitudes inférieures à 600 m). Quelques importantes colonies de reproduction et d'importance nationale sont connues sur les départements des Bouches-du-Rhône dont le Tunnel du canal des Alpilles (plusieurs milliers d'individus). Mais plusieurs noyaux de population ont disparu après désertion de gîtes souterrains. Les Bouches-du-Rhône rassemblent également 3 gîtes de transit et d'hibernation importants (Carrière à St Rémy de Provence, Mines de St Chamas et la Grotte des Espagnols).

Dans la zone d'étude :

L'espèce est citée dans les sites Natura 2000 suivants : « Crau centrale – Crau sèche » (FR9301595), « Marées de la vallée des Baux et vallée d'Arles » (FR9301596) et « Camargue » (FR9301592).

Le Minioptère de Schreibers a été contacté en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur une partie de la zone d'étude. Cette espèce cavernicole n'est pas potentielle en gîte au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Très fort

Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Molosse de Cestoni *Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814)

Protection	NM2	UICN France	NT
Autre(s) statut (s)	CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	Paléarctique plutôt méridionale, depuis le pourtour méditerranéen jusqu'à l'Indomalais.		
Répartition française	Au sud d'une ligne reliant les Pyrénées-Atlantiques au Jura, plus abondant dans les montagnes ou moyennes montagnes calcaires.		
Habitats d'espèce, écologie	En gîte en fissures de falaises, murs de bâtiments ou de ponts. Espèce de haut vol, chasse le plus souvent en milieux ouverts des Lépidoptères et les Coléoptères. Rayon d'action de 30km (max. 100km) (MARQUES et Al., 2004)		
Menaces	Sécurisation de falaises au-dessus des infrastructures de transports et exploitation des carrières de roche massive.		



C.LÉON, St Céaire sur Siagne (06)



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente sur l'ensemble des départements. Des colonies de reproductions sont connues sur la commune d'Arles.

Dans le secteur d'étude, sa présence a été détectée sur la commune de Fos-sur-Mer.

Dans la zone d'étude :

Le Molosse de Cestoni a été contacté en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur une partie de la zone d'étude. Cette espèce rupestre n'est pas potentielle en gîte au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Grand murin *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797)

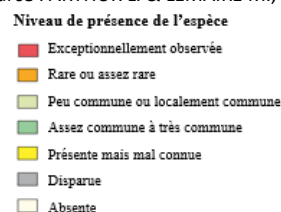
Petit murin *Myotis blythii* (Tomes, 1857)

Protection	NM2	UICN France	LC/NT
Autre(s) statut(s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	<u>Grand murin</u> : Paléarctique occidental au sud du 60ème parallèle, Asie mineure et Proche-Orient. <u>Petit murin</u> : Sud-ouest du paléarctique et d'Asie mineure jusqu'au Népal.		
Répartition française	<u>Grand murin</u> : Présent sur tout le territoire français, sauf en Corse, moins abondant en région méditerranéenne. <u>Petit murin</u> : Surtout méditerranéen et absent de la moitié nord du pays et de Corse.		
Habitats d'espèce, écologie	<u>Grand murin</u> : Gîtes en milieu souterrain ou dans les combles. « Chasseur-cueilleur » qui se nourrit d'insectes posés au sol (coléoptères). Recherche des milieux où la végétation au sol est peu dense et accessible en vol. <u>Petit murin</u> : Affectionne les plaines et les collines méditerranéennes. S'installe en gîtes souterrains (ou bâtis), « chasseur-cueilleur » d'insectes posés au sol (orthoptères). chasse dans les milieux ouverts ou plus denses (jusqu'à 2000 m d'altitude).		
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition ou dérangement de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.		



Répartition du Grand murin

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Répartition du Petit murin

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Grand murin : En PACA, on le retrouve très fréquemment en colonie mixte avec le Petit Murin mais le Grand Murin semble beaucoup plus rare.

Petit murin : En PACA, l'espèce est relativement commune. Toutefois, ses populations restent fragiles en raison de la concentration des effectifs sur très peu de gîtes (GCP 2009).

Ces deux espèces ont une morphologie très proche et il est très complexe de différencier ces deux espèces sur la base de leurs émissions ultrasonores en raison de nombreuses similitudes. Il a de plus été démontré (Berthier P., Excoffier L., Ruedi M., 2006) que ces deux espèces pouvaient s'hybrider, ce qui ajoute encore à la complexité.

Dans la zone d'étude :

Le groupe d'espèces a été contacté en transit et en chasse lors des inventaires menés par Evinerude sur la zone d'étude. Ce groupe d'espèces est potentiel en gîte anthropique au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort à Très Fort



Pipistrelle pygmée *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825)

Protection	NM2	UICN France	LC
Autre(s) statut(s)	CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	Répartition mal connue, paléarctique occidental depuis les îles Britanniques, jusqu'en Europe centrale et au Proche-Orient.		
Répartition française	Répartition mal connue, bien représentée en région méditerranéenne, vallée du Rhône et plaine du Rhin.		



Habitats d'espèce, écologie Principalement en plaine et colline, et liée aux zones humides. Utilise des gîtes arboricoles ou anthropiques (parfois gîtes souterrains). Se nourrit majoritairement de diptères aquatiques et chasse en moyenne à 1,7km de son gîte.

Menaces Modifications et exploitation des milieux forestiers, disparition de sites de reproduction, développement de l'énergie éolienne, démolition, et banalisation des milieux naturels (notamment zones humides).



Colonie de Pipistrelle pygmée sous un pont
Photo : J. PRZYBILSKI, ECO-MED

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, la Pipistrelle pygmée est commune à très commune (en Camargue) dans les départements côtiers (Bouches-du-Rhône, Var) mais relativement plus rare dans les autres.

A l'échelle de la zone d'étude sa présence est citée sur la commune de Fos-sur-Mer et est largement distribuée notamment du fait de la présence de grands espaces forestiers et de zones humides pour l'alimentation de l'espèce.

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été contactée en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. Cette espèce ubiquiste est potentielle en gîte dans les arbres favorables de la zone d'étude et elle est avérée en gîte anthropique environ une cinquantaine d'individus.



Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse
Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Sérotine commune *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774)

Protection NM2 **UICN France** NT
Autre(s) statut (s) CDH4, IBE2, IBO2

Répartition mondiale Paléarctique jusqu'à 55° de latitude Nord.

Répartition française Tout le territoire mais ne semble jamais vraiment abondante.

Habitats d'espèce, écologie Gîtes de reproduction anthropophiles et gîtes d'hibernation épigés ou hypogés (cavités souterraines). Chasse en milieux ouverts et semi-ouverts (prairies bocagères, friches, vergers, jardins) mais s'accommode également des milieux forestiers ou humides. Rayon de chasse 3 à 6km (max 17km).

Menaces Dérangement ou destruction de gîtes et développement de l'énergie éolienne.



Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

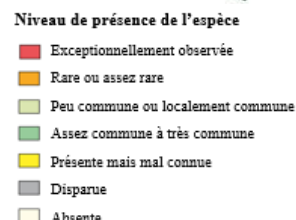
Dans le secteur d'étude :

L'espèce est connue en transit et en chasse mais aucun gîte de reproduction n'est connu à ce jour.

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été contacté en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. L'espèce est avérée dans le gîte anthropique de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré



Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse
Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817)

Protection	NM2	UICN France	NT
Autre(s) statut(s)	CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	Paléarctique occidentale à l'exception de la Fennoscandie.		
Répartition française	Présente sur tout le territoire français (Corse comprise), semble mieux représentée dans les moitiés est et sud de la France.		
Habitats d'espèce, écologie	Colonies cantonnées aux plaines et aux collines. Espèce forestière et arboricole peut s'installer dans les toitures. Espèce de haut vol, qui chasse en milieu dégagé. Espèce migratrice. Rayon d'action d'environ 10 km (max 17km)		
Menaces	Exploitation forestière et élagages ou abattages de sécurité (destruction de gîtes), développement de l'énergie éolienne et banalisation des milieux naturels.		



Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

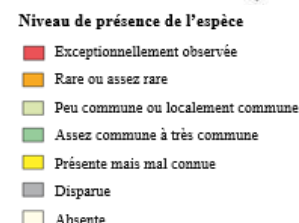
Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est commune et contactée dans l'ensemble des départements. Comme pour la majorité des espèces arboricoles, aucun gîte de reproduction n'est à ce jour connu.

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été contacté en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. Cette espèce arboricole est potentielle en gîte dans les arbres favorables de la zone d'étude

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse
Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Murin cryptique *Myotis crypticus* (Kuhl, 1817)

Protection	NM2	UICN France	DD
------------	-----	-------------	----

Autre(s) statut (s)	CDH4, IBE2, IBO2
Répartition mondiale	Occupe le paléarctique occidental et une partie du pourtour méditerranéen.
Répartition française	Groupe Natterer présent sur la quasi-totalité du territoire. Le Murin cryptique serait présent uniquement dans le Sud de la France, avec en limite Nord une zone d'hybridation avec le Murin de Natterer et en limite Sud-Ouest avec le Murin d'Escaleraï.
Habitats d'espèce, écologie	Colonies dans les ponts, les habitations, les cavités d'arbres, mais toujours dans des fissures où l'espace d'ouverture est suffisamment étroit et profond pour qu'elles passent inaperçues. Peu de colonies connues. Très attaché aux lisières, affectionne les boisements et les zones humides. Chasse dans un rayon de 2 à 6 km.
Menaces	Principalement les modifications et l'exploitation des milieux agricoles et forestiers et la banalisation des milieux naturels (notamment zones humides).



Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Au nord *Myotis nattereri* (s.s.) au sud *Myotis crypticus*. La bande grisée correspond à la zone de contact dans laquelle on ne sait pas précisément à quel taxon on a affaire

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

Contexte local

Il est important de noter que le groupe du Murin de Natterer a été récemment divisé en 3 espèces inféodées chacune à une aire géographique mais pouvant s'hybrider : *Myotis nattereri* au nord, *Myotis escaleraï* inféodé aux Pyrénées Orientales et *Myotis crypticus* dans le sud de la France. Leur identification n'est aujourd'hui possible que sur critères génétiques et l'identification acoustique ne permet que d'identifier les individus comme faisant partie du Groupe des Natterer. En PACA, les individus contactés appartiennent à priori à l'espèce *Myotis crypticus*.

La différenciation difficile entre les espèces du groupe des Natterer lui confère des traits ubiquistes sans doute erronés. Il apparaît dans l'état actuel des connaissances comme une espèce ubiquiste occupant l'ensemble de la région PACA et exploitant toutes tranches altitudinales jusqu'à plus de 2200m d'altitude.

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est relativement commune et contactée sur l'ensemble des départements. Elle est toutefois relativement rare sur la frange littorale et commun à partir de 500m. (Haquart, 2013)

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été contactée en transit et en chasse lors des inventaires ayant été réalisés dans le secteur ouest de la zone d'étude. Cette espèce ubiquiste est potentielle en gîte dans les arbres favorables de la zone d'étude et elle est aussi potentielle en gîte anthropique.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839)

Protection	NM2	UICN France	NT
Autre(s) statut (s)	CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	Répartition eurasiatique, de l'Irlande à l'Oural et du nord de la Péninsule ibérique au Caucase. Espèce migratrice : aire de reproduction (est et nord de l'Europe) et aire d'hibernation (Europe de l'Ouest).		
Répartition française	Probablement présente sur tout le territoire mais faibles effectifs. Des preuves de reproduction récentes en Champagne-Ardenne et en Bretagne.		
Habitats d'espèce, écologie	Affectionne les plans d'eau, les zones humides et les boisements. Utilise des gîtes rupestres, arboricoles et parfois anthropiques. Espèce migratrice, mâle probablement sédentaire. Rayon d'action de 6,5km autour de son gîte.		



Menaces Modifications et exploitation des milieux forestiers, développement de l'énergie éolienne et banalisation des milieux naturels (notamment zones humides).

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

La Pipistrelle de Nathusius est assez localisée en région PACA, essentiellement sur les départements côtiers et en plaine. La Camargue rassemble une importante population reproductrice. (GCP 2009)

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été contactée en transit et en chasse sur plusieurs inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. Cette espèce ubiquiste est potentielle en gîte dans les arbres favorables de la zone d'étude et dans le gîte anthropique.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré



Pipistrelle de Nathusius

Photo : © F.PAWLOWSKI



Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

■ Espèces fortement potentielles

Aucune espèce à enjeu zone d'étude modéré n'est jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.

1.10.5. Espèces à enjeu zone d'étude faible et très faible

Tableau 35. Chiroptères à enjeu zone d'étude faible et très faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu zone d'étude	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
	Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)	Modéré	Faible	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC	L'espèce a été contactée en transit et en chasse sur plusieurs inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude. Etant une espèce inféodée aux milieux aquatiques, elle



Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Enjeu zone d'étude	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
						est potentielle en gîte arboricole
Non illustré	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Modéré	Faible	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT	L'espèce a été contactée en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. Cette espèce ubiquiste est potentielle en gîte dans les arbres favorables de la zone d'étude et elle est avérée en gîte anthropique.
	Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	Modéré	Faible	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC	L'espèce a été contactée en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. Cette espèce ubiquiste est potentielle en gîte dans les arbres favorables de la zone d'étude et elle est avérée en gîte anthropique environ soixante-quinze individus.
	Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>)	Faible	Faible	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC	L'espèce a été contactée en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. Cette espèce anthropique est potentielle en gîte anthropique.
	Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)	Faible	Faible	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC	L'espèce a été contactée en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur la zone d'étude. Cette espèce rupestre n'est pas potentielle au sein de la zone d'étude.

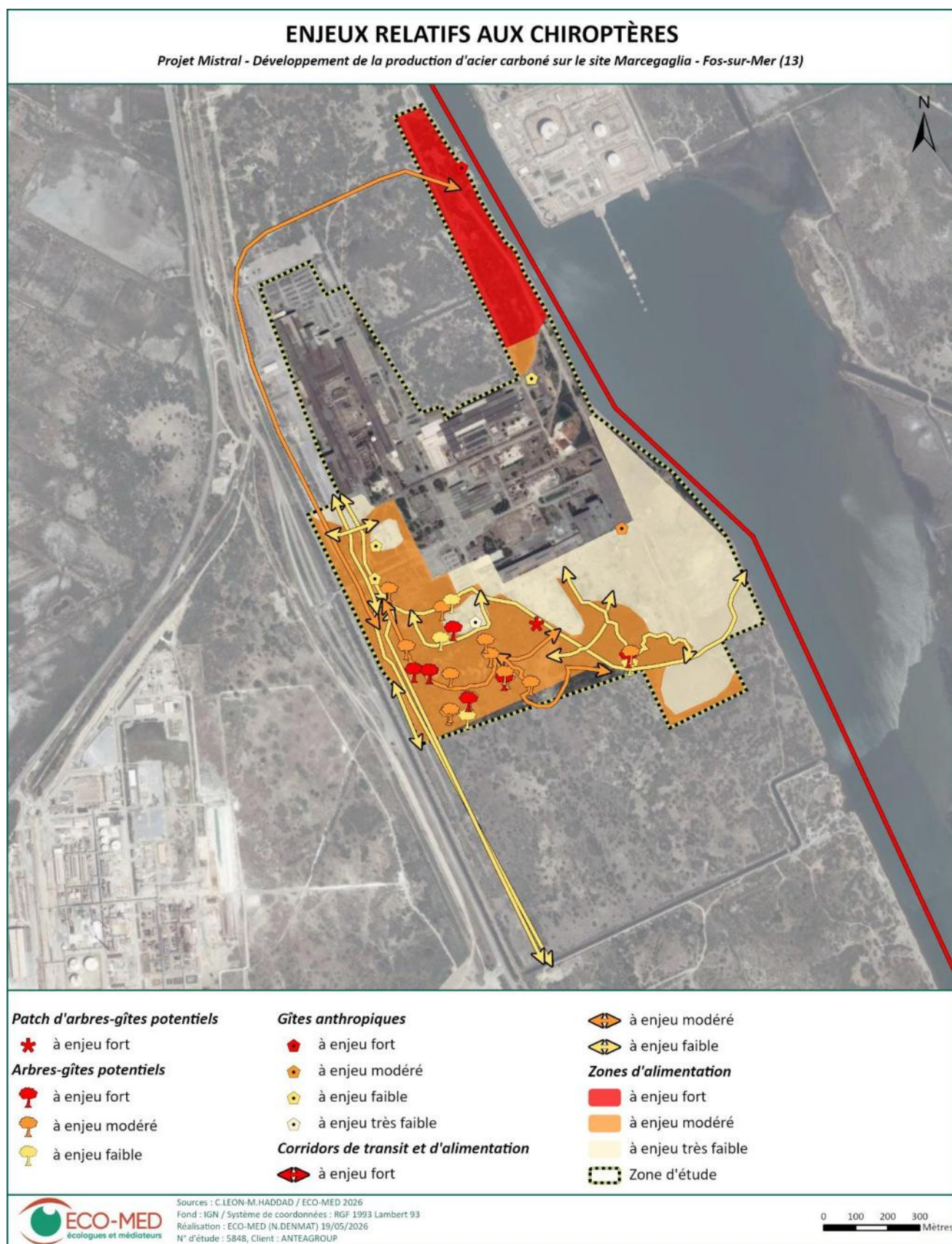
*Espèce protégée



Espèce avérée

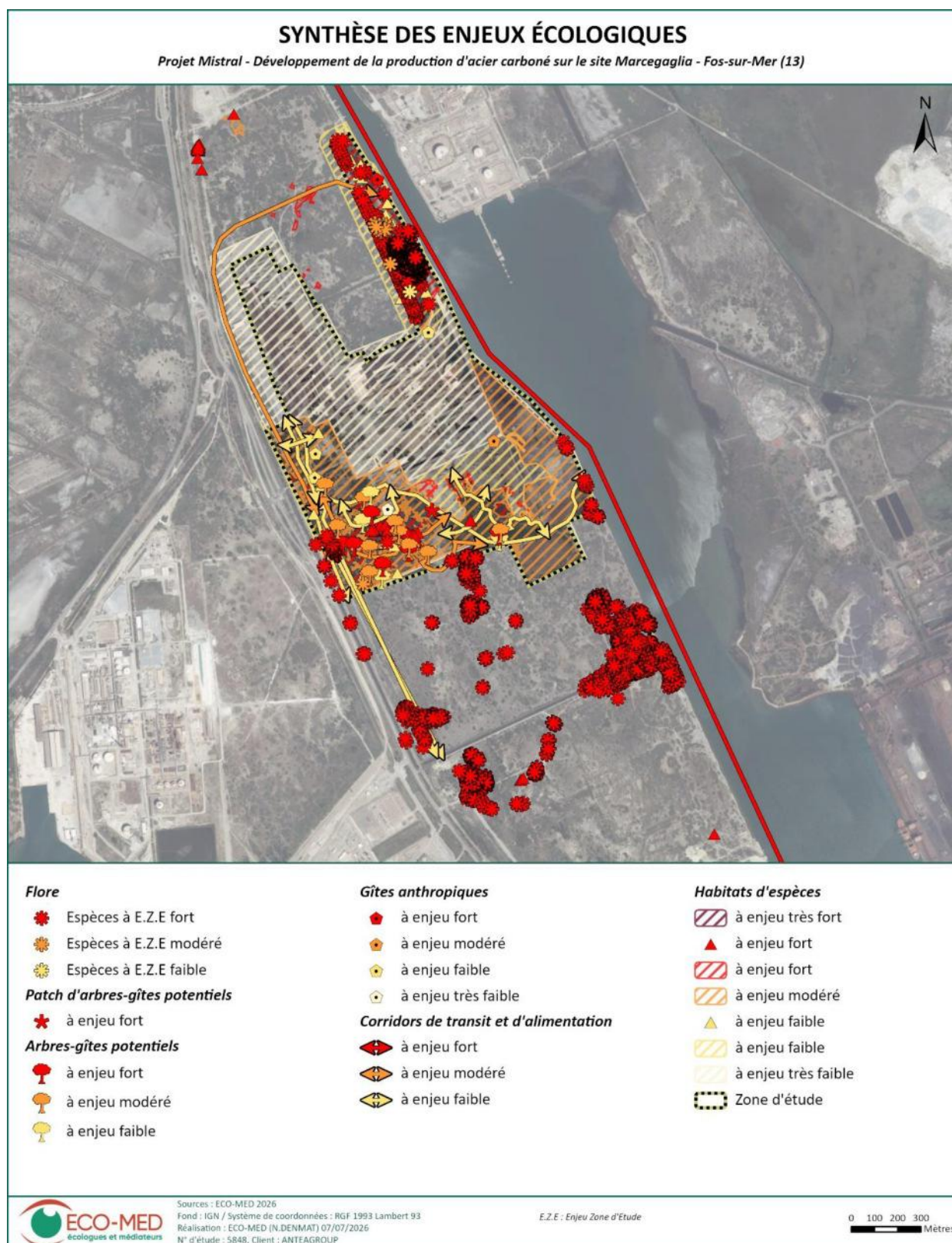
Espèce fortement
potentielle

1.10.6. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux chiroptères



Carte 42 : Enjeux relatifs aux chiroptères

1.11. Bilan des enjeux biodiversité



Carte 43 : Bilan des enjeux de biodiversité



PARTIE 3 : EVALUATION DES IMPACTS BRUTS



1. METHODES D'EVALUATION DES IMPACTS

Le tableau ci-dessous présente les critères retenus pour les espèces qui feront l'objet de l'analyse des impacts.

Tableau 36. Critères de prise en compte des espèces dans l'analyse des impacts

	Enjeu zone d'étude					
	Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul
Présence avérée	oui	oui	oui	oui	non*	non*
Potentialité forte	oui	oui	oui	non*	non*	non*

Oui : prise en compte dans l'évaluation des impacts

Non : non prise en compte dans l'évaluation des impacts

* : Sauf espèce protégée

Pour évaluer les **impacts** et leur intensité, ECO-MED procédera à une analyse qualitative et quantitative. Cette appréciation est réalisée à dire d'expert car elle résulte du croisement entre une multitude de facteurs :

- **Liés à l'élément biologique** : état de conservation, dynamique et tendance évolutives, vulnérabilité biologique, diversité génétique, fonctionnalité écologique, etc.
- **Liés au projet** : nature des travaux, modes opératoires, périodes d'intervention, etc.

De ces facteurs, on détermine un certain nombre de critères permettant de définir l'impact :

- **Nature d'impact** : destruction, dérangement, dégradation, etc.
- **Type d'impact** : direct / indirect
- **Durée d'impact** : permanente / temporaire
- **Portée d'impact** : locale, régionale, nationale
- **Localisation d'impact** : au sein de l'assiette du projet ou à ses abords le plus souvent
- **Intensité d'impact** : très forte, forte, modérée, faible, très faible

Après avoir décrit les impacts, il convient d'évaluer leur importance en leur attribuant une valeur. ECO-MED utilisera une échelle de valeur semi-qualitative à 6 niveaux principaux :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul	Non évaluable*
-----------	------	--------	--------	-------------	-----	----------------

*Uniquement dans le cas où l'expert estime ne pas avoir eu suffisamment d'éléments (période non favorable, durée de prospection insuffisante, météo défavorable, inaccessibilité, etc.) lui permettant d'apprécier l'impact et in fine d'engager sa responsabilité.

L'impact sera déterminé pour chaque élément biologique préalablement défini par l'expert. Il s'agit là d'une étape déterminante pour la suite de l'étude car conditionnant le panel de mesures qui seront, éventuellement, à préconiser. Chaque « niveau d'impact » sera donc accompagné par un commentaire, précisant les raisons ayant conduit l'expert à attribuer telle ou telle valeur. Les principales informations seront synthétisées sous forme de tableaux récapitulatifs.

Un bilan des impacts « bruts » sera effectué en conclusion, mettant en évidence les impacts à atténuer et leur hiérarchisation.

N.B. : Les espèces qui ne sont pas abordées ci-dessous et qui figurent pourtant en annexes n'ont pas fait l'objet d'une évaluation détaillée des impacts en raison de l'enjeu zone d'étude très faible qu'elles constituent. L'impact global sur ces espèces est jugé tout au plus « très faible » et ne justifie pas la mise en place de mesures spécifiques bien qu'elles puissent par ailleurs bénéficier de celles proposées pour d'autres.



2. ANALYSE DES EFFETS DIRECTS, INDIRECTS, TEMPORAIRES ET PERMANENTS DU PROJET SUR LE PATRIMOINE NATUREL

2.1. Description du projet (source : Anteagroup)

La présente description se base sur les éléments fournis par les porteurs de projet.

➤ Présentation du projet MISTRAL

Description de la phase de travaux du projet

Le projet Mistral portant sur la création d'installations et d'ouvrages non existants à l'état initial, sa mise en œuvre nécessite la création de nouveaux aménagements. À ce titre, une phase de travaux est prise en compte et fait l'objet d'une analyse spécifique dans le présent dossier, distinctement de la phase d'exploitation du projet.

Généralités

L'ensemble du chantier mis en œuvre dans le cadre du projet Mistral sera soumis au respect de la réglementation applicable, ainsi que des lois et normes en vigueur relatives à la protection de l'environnement.

Fonctionnement du chantier

La phase de chantier est prévue pour se dérouler sur environ 3 ans, entre le premier trimestre de 2027 et le premier trimestre de 2030 (derniers achèvements de travaux).

Les effectifs mobilisés pour la phase de chantier du projet Mistral sont estimés à un maximum d'environ 1 000 personnes, tous corps de métiers confondus, en période de pointe. Les travaux seront réalisés principalement en horaires de jour, conformément à la réglementation en vigueur. Toutefois, en fonction des contraintes de planning et des nécessités liées à l'avancement des travaux, certaines phases pourront être menées en horaires décalés de type 2x8, voire très ponctuellement en 3x8. Le recours au travail de nuit restera exceptionnel.

Activités principales

Les principales activités liées à la construction sont :

Travaux préparatoires et aménagement

- Mobilisation et préparation de chantier (base vie, clôture chantier, ...),
- Raccordements divers (eau, électricité, ...),
- Défrichage et préparation plateforme,
- Travaux de démolition de certains bâtiments annexes,
- Déplacement et valorisation des matériaux pollués historiques :
 - L'ensemble des matériaux issu des parcelles NEOCARB (au nord) et GRAVITHY (au sud), seront décaissés et mis en dépôt temporaire sur une plateforme provisoire (emplacement de la future aciérie et zone de traitement des fumées). Cette plateforme est dite la plateforme sud.
 - La plateforme provisoire sera couverte d'une couche de 30 cm d'argile avec une perméabilité 10^{-8} m/s, afin d'éviter tout risque d'infiltration des eaux de ruissellement, qui seront collectées dans un bassin étanche.
 - Les matériaux mis en dépôt provisoire, suivant les résultats de l'étude sur la valorisation des matériaux, seront criblés/concassés, afin de séparer les fractions en fonction des possibilités de valorisation (réutilisation ou traitement).
 - Les matériaux valorisables seront majoritairement mis sous voirie et plateforme (valorisation sur site ou à l'extérieur) ;



- Les matériaux non valorisables seront préférentiellement confinés sur site selon les normes et la réglementation applicable.

Travaux voirie et réseaux divers et Génie civil :

- Réalisation des terrassements généraux,
- Exécution des réseaux de voirie et réseaux divers,
- Mise en œuvre des fondations des équipements et des bâtiments,
- Construction des ouvrages de génie civil (cuvettes, dallages, etc.),
- Aménagement des voiries (enrobés, pistes, ...),
- Création des zones de stationnement.

Aménagements ferroviaires

- Pose de voies ferrées et raccordement à la voie existante,
- Mise en œuvre de la signalisation et réalisation des ouvrages de franchissement.

Construction des bâtiments

- Clôtures et accès,
- Bâtiments non techniques : cantine, vestiaires, centre de formation,
- Bâtiments techniques : Aciérie, laminoir, zones logistiques telles que parc à ferrailles, à brames, à coils, traitement des eaux, air comprimé.

Tuyauteries, charpentes métalliques et équipements

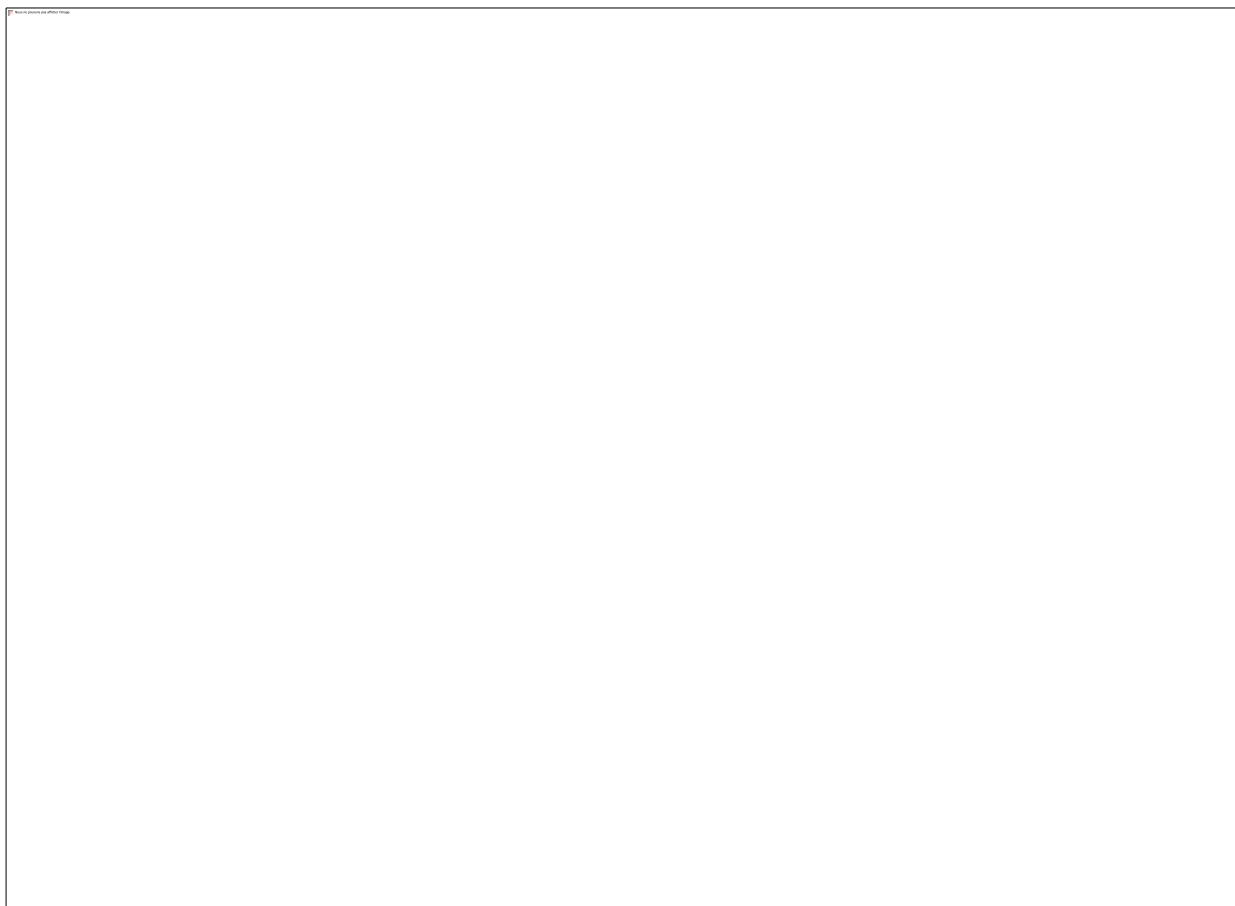
- Montage des charpentes métalliques, notamment pour les racks et les bâtiments techniques,
- Chargement/déchargement wagon, etc.
- Montage des équipements industriels (broyeur, cisaille, convoyeur, four, traitement des fumées, dégazeur, silos, pompes, coulée continue, fours de réchauffage, laminage, finisseur, bobineuse,...),
- Montage des réseaux de tuyauteries

Electricité, Instrumentation, Automatisme

- Montage équipements électriques et d'instrumentation,
- Installation de la supervision,
- Tirage des câbles et réalisation des raccordements,
- Serveurs,
- Développement des logiciels dédiés aux différents niveaux.

La phase de construction est suivie des phases de tests et de mise en service (commissioning), incluant notamment les épreuves hydrauliques, les essais incendie, les tests électriques, etc., préalablement à la mise en route des installations.

La figure ci-après présente le planning prévisionnel de la phase travaux.



Planning prévisionnel de la phase travaux

Des vestiaires, sanitaires et réfectoires seront présents sur le site pour l'ensemble des phases de chantier.

Accès et organisation

Des voies de circulation internes seront aménagées afin d'assurer une desserte appropriée du chantier de construction, conforme aux exigences applicables en matière d'hygiène, de sécurité et de protection de la santé des travailleurs.

Préalablement au démarrage des travaux, le maître d'ouvrage s'assurera de la mise en place des réseaux nécessaires à l'alimentation du site en eau potable et en électricité.

Par ailleurs, la présence permanente sur le site d'un responsable compétent et dûment désigné en matière de prévention et de sécurité sera garantie pendant toute la durée des travaux.

Les travaux seront répartis par zones comme présenté sur les figures suivantes :

Zone Nord : centre de tri et de valorisation pour les battitures et les réfractaires ; Parc à brames et à bobines



Répartition des zones de travaux zone Nord (légende : en rose limite ICPE, en violet bâtiments existants)

Zone Centrale : zone restaurant et parking associé ; base vie chantier ; stockage ouvert de bobines ; espace envisagé pour l'agrandissement du parking ; zone réservée pour les futurs bâtiments formation et bâtiments des vestiaires centraux ; zone réservée pour l'extension du poste électrique de l'usine (arrivée 220 kV) ; station de pré-traitement des eaux procédés d'appoint



Répartition des zones de travaux zone Centrale (légende : en rose limite ICPE, en violet bâtiments existants)

Zone Sud : zone laminoir comprenant des zones de bâtiments à démolir en étape préalable ; ISDND ; zone stockage bobines ; zones de stockage des brames ; zone utilités (eaux et air comprimé)

Partie 3 : Evaluation des impacts



Répartition des zones de travaux zone Sud (légende : en rose limite ICPE, en violet bâtiments existants)

Zone Est : zone aciérie comprenant une zone de bâtiment à démolir en étape préalable ; zone de traitement des fumées ; zone de traitement des futurs laitiers ; futur parc à ferraille



Répartition des zones de travaux zone Est (légende : en rose limite ICPE, en violet bâtiments existants)

La réalisation du projet requiert la mise en place d'une base chantier d'une superficie d'environ 29 000 m², destinée à l'accueil des entreprises en charge des travaux.

La puissance électrique nécessaire à l'alimentation de cette base chantier est estimée à environ 800 kVA.

La réalisation du projet est soumise à l'élaboration d'une note d'organisation du chantier qui définira :



- La délimitation des différentes zones de travaux, incluant les zones de stockage, les zones de stationnement, les zones d'évolution des engins de levage et de manutention, les zones de circulation, la signalisation, l'éclairage, ainsi que l'implantation des installations temporaires de chantier associées ;
- Les installations de chantier à mettre en place, telles que la base vie, les clôtures, les portails et portillons pour gérer les accès, les panneaux d'information, etc.

Les différentes zones de travaux seront limitées aux emplacements des futurs bâtiments et voiries associées, ainsi qu'aux nouvelles zones de stockage et d'entreposage. La zone base vie sera en partie transformée en extension du parking existant et stockage ouvert de bobines.

À l'issue des travaux, l'ensemble des zones de chantier fera l'objet d'une remise en état. Les zones de stationnement créées seront végétalisées et rendues perméables lorsque cela est possible, sous réserve de compatibilité avec la nature des engins et des marchandises susceptibles d'y stationner.

Réseaux et Servitude d'utilité publique

Les nouveaux réseaux de collecte et d'évacuation (eaux pluviales, eaux usées) seront réalisés de façon à ce que les rejets se fassent dans le respect des prescriptions de l'arrêté préfectoral du site.

En phase chantier :

- Les eaux pluviales non polluées seront collectées et envoyées dans le réseau d'eaux pluviales du site existant.
- Les eaux pluviales susceptibles d'être polluées seront collectées et envoyées vers une filière de traitement adaptée.
- Les eaux sanitaires seront localement collectées et envoyées vers le réseau de traitement des eaux sanitaires du site existant.

Le projet est concerné par différentes servitudes relatives :

- A la protection du milieu naturel puisque le projet se situe sur une ZNIEFF de type II avec présence de zones humides floristiques et pédologiques ;
- A la maîtrise de l'urbanisation autour des canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures, de produits chimiques et de certaines canalisations de distribution (Servitude I1). Les canalisations d'Air Liquides et GRT gaz seront localisées au nord et à l'ouest du projet ;
- Aux établissements des canalisations de transport de gaz, hydrocarbures et produits chimiques (Servitude I3).
- Au zonage du PPRT de Fos sur-Mer. Dans le cadre de la gestion des risques industriels voisins le projet sera soumis aux procédures d'urgence en vigueur du site MARCEGAGLIA existant.
- A l'établissement des canalisations électriques - RTE (Servitude I4). Les lignes électriques longent la zone projet à l'ouest et seront à l'aplomb de certaines installations.

Ces servitudes n'induisent pas d'incompatibilité avec le projet, elles imposent des contraintes techniques particulières : rétablissements, déplacements, protection, etc. La conception même du projet intègre les enjeux et les contraintes des différentes servitudes d'utilité publique.

Les nouveaux bâtiments créés et les installations de chantier seront raccordés sur les réseaux d'eau potable et d'eau brute du site existant.

Il n'est pas nécessaire de réaliser des travaux sur les liaisons électriques existantes de raccordement du site au réseau RTE. Le projet fait uniquement l'objet d'une demande d'augmentation de puissance (ajout de quatre transformateurs pour les nouvelles installations).

Une Déclaration d'intention de Commencement de Travaux (DICT) devra être obligatoirement faite auprès des gestionnaires des réseaux avant l'engagement de travaux à proximité de réseaux. Des mesures de protection des réseaux en phases travaux seront réalisés en concertation avec les organismes gestionnaires de ces derniers.



Les nouvelles canalisations de gaz raccordées sur les réseaux existants, après les points de livraison.

Incidence des travaux de terrassements : gestion des matériaux

La création des plateformes, des voiries et des aires de chantier nécessitera des mouvements de terres, lesquels seront prioritairement réalisés à l'intérieur de l'emprise affectée au projet.

En cas d'excavation ou de déplacement de terres polluées lors des travaux de terrassement, celles-ci feront l'objet d'un stockage temporaire sur la parcelle. Elles seront ensuite traitées selon la réglementation applicable, après réalisation préalable d'une caractérisation des polluants identifiés.

Les itinéraires d'approvisionnement et de desserte des poids lourds liés au chantier seront soumis à l'approbation de la préfecture, afin de limiter autant que possible les nuisances sur les voies sensibles.

Enfin, toutes les dispositions nécessaires seront mises en œuvre pour assurer le maintien en état de propreté des voies publiques, notamment durant les phases de terrassement et de transport à l'extérieur de l'établissement.

Le projet MISTRAL implique la réalisation d'un volume maximal d'environ 300 000 m³ de matériaux de terrassement. Ces volumes concernent principalement les travaux de terrassements, de fondations et de remblais valorisés sur site.

Ces valeurs sont données à titre majorant ; en pratique, une partie des terres excavées pourra être réutilisée, en fonction des résultats des études de sol et des études d'exécution.

Des matériaux historiquement pollués pourront également faire l'objet d'une valorisation, conformément aux dispositions décrites au paragraphe 3.

Les travaux de génie civil réalisés dans le cadre du projet respecteront l'ensemble des dispositions et contraintes techniques applicables (études géotechniques, choix des solutions constructives, etc.), afin de garantir la stabilité pérenne des aménagements et l'absence d'effets significatifs sur les ouvrages existants, notamment les bâtiments et les voiries.

La gestion des matériaux sera réalisée conformément au plan de gestion départemental des déchets du BTP.

Dans une logique d'utilisation économe des ressources, la réutilisation des matériaux en place sera privilégiée chaque fois que possible, sous réserve de leur compatibilité géotechnique.

Les matériaux inertes excédentaires seront soit évacués vers des installations de dépôt autorisées, soit réemployés, lorsque cela est possible, sur des chantiers situés à proximité.

Les déblais non réemployés seront évacués par voie routière selon la réglementation applicable. Il n'y aura pas de stockage provisoire de matériaux en dehors des emprises strictes du projet.

Raccordements aux réseaux routier et ferroviaire, incidences sur le trafic routier

La desserte routière du site s'effectuera via l'accès existant depuis la route portuaire RP 541. L'accès au chantier ainsi qu'aux nouvelles installations sera assuré par l'accès principal du site existant. Celui-ci sera maintenu en permanence dégagé de tout obstacle susceptible de gêner la circulation, afin de permettre notamment le passage des engins des services de secours durant la phase de chantier.

La desserte ferroviaire du site sera assurée par le faisceau de réception de MARCEGAGLIA, déjà existant. Dans ce cadre, de nouvelles voies ferroviaires seront créées.

L'itinéraire routier emprunté pour l'accès au projet MISTRAL durant la phase de travaux n'aura pas d'incidence notable sur le trafic routier. Seule la RD 268 supporte un trafic important.

Toutefois, cette route ne desservant pas directement le projet, aucune perturbation significative de la circulation n'est à craindre à son niveau, malgré un trafic estimé à environ 6 000 véhicules par jour.

Néanmoins, les impacts potentiels généraux consisteront principalement en des gênes à la circulation (circulation d'engins, salissures, etc.), notamment à proximité de l'entrée du site, de la base travaux et des différentes aires de stationnement des engins.



L'organisation du chantier et le phasage des travaux seront définis de manière à limiter autant que possible les perturbations pour l'environnement et pour les usagers, afin d'assurer le maintien des échanges et des communications. Bien que temporaires, les dispositions mises en place devront permettre de réduire au minimum les effets ressentis par les usagers (allongements de parcours, perturbations de réseaux, coupures d'accès, salissures, etc.).

Les principales mesures prévues incluent le maintien et/ou le rétablissement rapide des axes de communication en cas d'interruption nécessaire, ainsi que l'élaboration d'un plan de circulation et d'accès au chantier. Ce plan sera établi en concertation avec les acteurs locaux et les administrations compétentes, notamment afin de limiter les risques routiers, le bruit, les vibrations et les émissions de poussières.

Les véhicules relevant de la catégorie des transports exceptionnels feront l'objet d'une autorisation spécifique délivrée par l'Aménageur, à savoir le GPMM, pour la ZAC (Zone d'Aménagement Concertée) de la ZIP (Zone Industriale-Portuaire) de Fos-sur-Mer. Cette autorisation portera notamment sur la validation de l'itinéraire, des plages horaires et des conditions de circulation du convoi.

L'ensemble des autorisations administratives relatives aux convois exceptionnels sera transmis à l'OPC de la ZAC.

La note d'organisation du chantier précisera par ailleurs les obligations à respecter en matière de circulation.

Génération de déchets de chantier

Les principaux déchets générés durant la phase travaux seront constitués de déblais et de gravats, ainsi que de bidons et d'emballages de produits divers.

En l'absence d'une gestion et d'un traitement appropriés, les déchets de chantier sont susceptibles d'entraîner des pollutions des sols et des eaux, ainsi que des risques sanitaires.

Les principales mesures mises en œuvre pour la gestion des déchets seront les suivantes :

- La mise en place de dispositifs de tri et de collecte sélective des déchets (conteneurs, poubelles, etc.) répartis sur l'ensemble du chantier ;
- L'entreposage des déchets dans des zones dédiées, dans des conditions compatibles avec la protection de l'environnement (mise en place de dispositifs de rétention, protections contre les intempéries si nécessaire, prévention des envols, etc.) ;
- Le nettoyage régulier et permanent du chantier ainsi que de ses abords ;
- L'élimination des déchets via des filières de traitement adaptées à leur nature

Les principales mesures de gestion des déchets seront :

- La mise en œuvre de dispositifs de tri et de collecte sélective des déchets (conteneurs, poubelles, ...) répartis sur le chantier,
- L'entreposage sur des zones dédiées dans des conditions compatibles avec la préservation de l'environnement (mise en place de rétentions et protection contre les intempéries si besoin, protection contre les envols, ...),
- Le nettoyage permanent du chantier et de ses abords,
- L'élimination des déchets par une filière adaptée à leur nature,
- La limitation des mises en décharge, associée à un effort de valorisation et de recyclage des déchets.

L'entreprise principale chargée des travaux sera tenue d'élaborer un plan de gestion des déchets de chantier, de type **SOGED (Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets)**. Des audits réguliers seront réalisés afin de vérifier la bonne application de ce document.



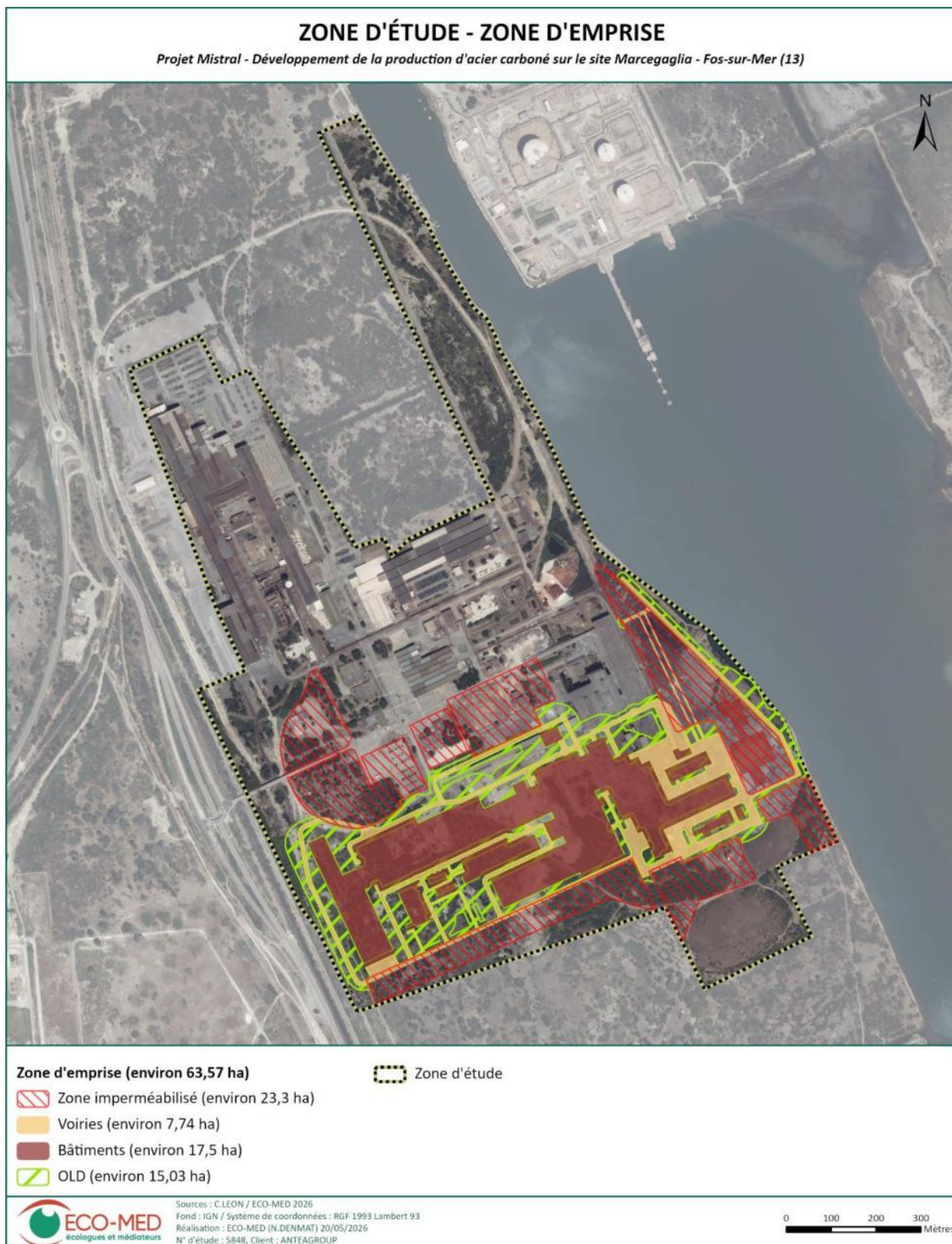
Conformément à la réglementation en vigueur et aux guides techniques existants, notamment le **Plan départemental de prévention des déchets non dangereux**, les déchets produits lors des travaux feront l'objet d'un tri à la source, d'une collecte adaptée et d'une élimination via des filières agréées, en privilégiant le recyclage.

Les dépôts de matériaux ne faisant pas l'objet d'une utilisation immédiate seront strictement limités. Par ailleurs, tout brûlage, tout enfouissement sur le chantier ainsi que toute mise en dépôt sauvage sont formellement interdits.

Enfin, les entreprises respecteront les mesures environnementales suivantes : le nettoyage des véhicules, le nettoyage des voiries empruntées, ainsi que le nettoyage du chantier en cours et à l'issue des travaux.

➤ **Bilan des emprises retenues pour l'analyse des impacts**

La carte suivante illustre les zones d'études et d'emprises retenues pour ce projet :



Carte 44 : Plan de masse des emprises Mistral



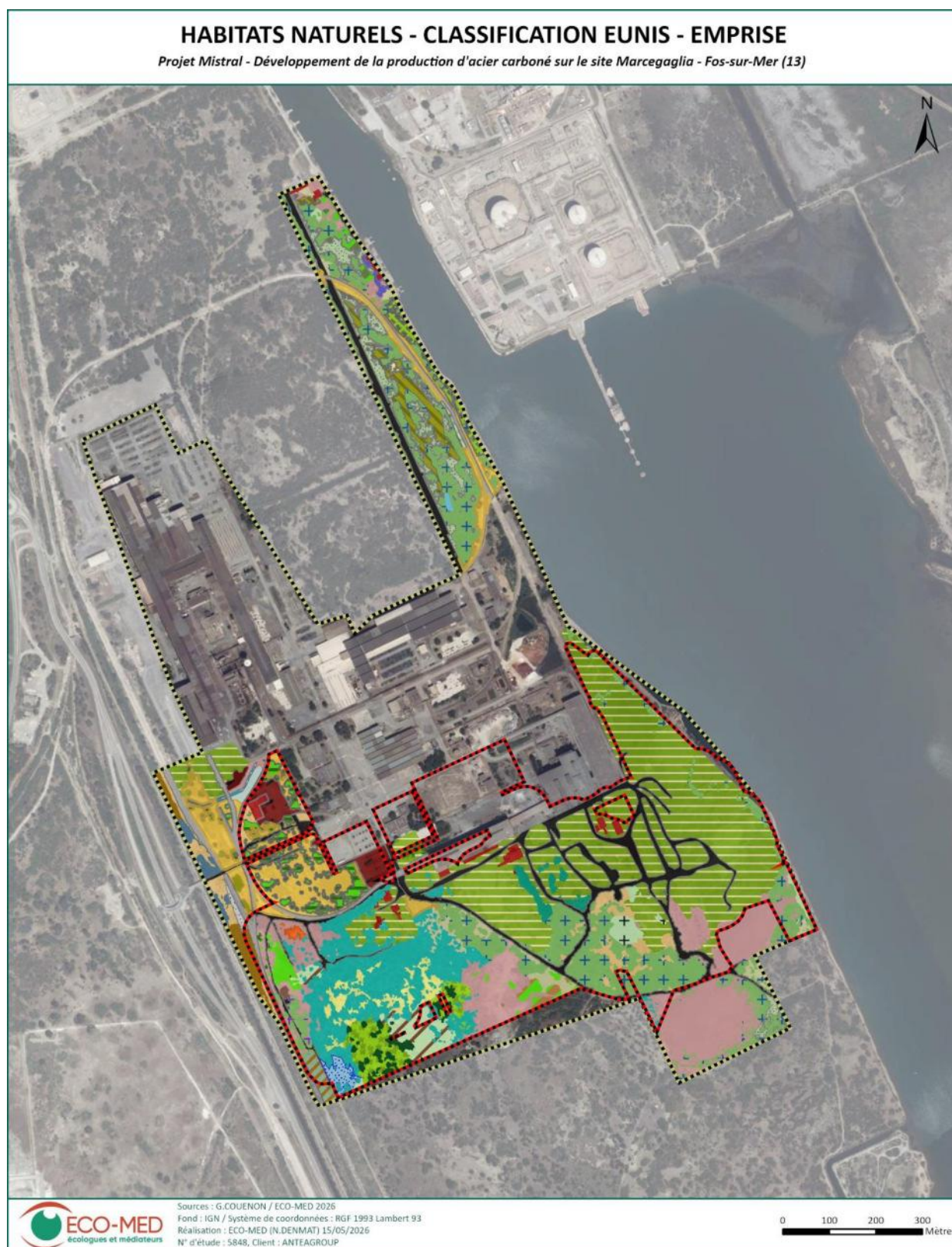
2.2. Description des effets pressentis

Les effets essentiellement négatifs prévisibles du projet peuvent être regroupés en plusieurs catégories :

- Destruction d'habitats naturels,
- Altération/dégradation d'habitats naturels,
- Destruction d'habitats d'espèces,
- Altération/dégradation d'habitats d'espèces,
- Destruction d'individus,
- Dérangement d'individus,
- Perturbation des milieux et de leurs fonctionnalités écologiques.

Ces effets se traduisent par des impacts, plus ou moins accentués suivant l'habitat ou l'espèce considérés, et seront présentés en détail par la suite, pour chaque compartiment biologique à l'analyse.

2.3. Impacts bruts du projet sur les habitats



Carte 45 : Localisation des emprises du projet sur les habitats naturels – 1/2



Carte 46 : Localisation des emprises du projet sur les habitats naturels – 2/2



Le projet engendre deux types d'impacts bruts sur les habitats de la zone d'étude :

- la destruction d'habitats ;
- l'altération d'habitats.

Les habitats impactés par la destruction correspondent à la localisation souhaitée de l'emprise des bâtiments du projet Mistral, mais aussi aux habitats situés sur la voirie et sur les zones qui vont être imperméabilisées (différentes des bâtiments).

Ainsi, le projet entraînerait la destruction de 10,07 ha d'habitats à enjeu modéré, comprenant principalement les boisements de peuplier blanc et de tamaris. Sur ces 7 habitats, les impacts bruts sont jugés faibles à modérés en fonction de leur surface respective détruite.

Les OLD, quant à elles, vont également avoir un impact faible à modéré, notamment au niveau des boisements. Les autres habitats seront nettement moins impactés de par leur résilience face à des coupes répétées.

Au total, 38,84 ha d'habitats naturels seront détruits et 13,35 ha d'habitats seront altérés.

Tableau 37. Impacts bruts du projet sur les habitats

Habitat concerné	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'habitat 1 : altération d'habitat (bandes OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
Boisement de Peupliers blancs et noirs et fourré à Tamaris (Code EUNIS : G1.31 x F9.3131)	Modéré	1 (4,06754 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modéré	Nul
		2 (2,22876 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++		
Fourré ouest-méditerranéens de Tamaris et Roncier (Code EUNIS : F9.3131 x F3.131)	Modéré	1 (0,38151 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Faible	Nul
		2 (0,01295 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Habitat concerné	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'habitat 1 : altération d'habitat (bandes OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
Fourrés ouest-méditerranéens de Tamaris (Code EUNIS : F9.3131)	Modéré	1 (4,40094 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modéré	Nul
		2 (0,87801 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++		
Peupleraie à Peupliers blancs et fourré à Tamaris (Code EUNIS : G1.31 x F9.3131)	Modéré	1 (0,30704 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Faible	Nul
		2 (0,10742 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++		
Peupleraie à Peupliers blancs, Peupliers noirs, fourré à Tamaris et friche (Code EUNIS : G1.31 x F9.3131 x E5.1)	Modéré	1 (0,28221 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Faible	Nul
		2 (0,033 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++		
Peupleraie à Peupliers blancs (Code EUNIS : G1.31)	Modéré	1 (0,46665 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modéré	Nul
		2 (0,06355 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++		
Prairie à joncs (Code EUNIS : A2.522)	Modéré	1 (0,10095 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Faible	Très faible
Pelouse psammophile à joncs (Code EUNIS : A2.52)	Faible	1 (0,70482 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Faible	Très faible
		2	Direct	Permanente	Locale	+		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Habitat concerné	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'habitat 1 : altération d'habitat (bandes OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		(0,31854 ha)						
Friche psammophile (Code EUNIS : B1.49 x E5.1)	Faible	1 (0,61452 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (0,09846 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Boisement rudéral fragmenté de Peupliers noirs (Code EUNIS : G1.31)	Faible	1 (0,37112 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Nul
		2 (0,20448 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
Dune mobile (Code EUNIS : B1.3)	Faible	1 (0,30373 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Faible	Très faible
		2 (0,48187 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Friche à roncier et fourré à Tamaris (Code EUNIS : E5.1 x F3.131 x F9.3131)	Faible	1 (0,04649 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (0,31827 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Phragmitaie et roncier (Code EUNIS : C3.21 x F3.131)	Faible	2 (0,08299 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Très faible	Très faible
Reprise de peupleraie à Peupliers blancs	Faible	1 (0,16776 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Nul



Partie 3 : Evaluation des impacts

Habitat concerné	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'habitat 1 : altération d'habitat (bandes OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
(Code EUNIS : G1.31 x G5.6)		2 (0,15833 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Haie (Code EUNIS : FA.4)	Faible	1 (0,00896 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Nul
		2 (0,02246 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Pins épars suite à une coupe récente (Code EUNIS : G5.8 x G3)	Faible	1 (1,36355 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Faible	Très faible
		2 (0,00989 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Fourré à Olivier de Bohême (Code EUNIS : G5.2)	Très faible	1 (0,0201 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Nul
		2 (0,02415 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
Friche rudérale (Code EUNIS : E5.1)	Très faible	1 (3,14787 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (1,18191 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Friche rudérale à Romarin (Code EUNIS : E5.1 x F6.12)	Très faible	1 (0,05466 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (0,13521 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Habitat concerné	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'habitat 1 : altération d'habitat (bandes OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
Roncier (Code EUNIS : F3.131)	Très faible	1 (0,00364 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (0,03808 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Surface rudérale à végétation clairsemée (Code EUNIS : H x J6.5)	Très faible	1 (0,61327 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (0,57009 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Végétation rudérale (Code EUNIS : E5.1)	Très faible	1 (0,82366 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (0,15052 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Zone récemment débroussaillée (Code EUNIS : G5.8)	Très faible	1 (2,42181 ha)	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Très faible
		2 (0,10902 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Bâtiment (Code EUNIS : J1.4)	Nul	1 (0,30309 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Nul	Nul
		2 (0,25361 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Dépôt de déchets issus du bâtiment (Code EUNIS : J6.1)	Nul	1 (0,01099 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Nul	Nul
		2	Direct	Permanente	Locale	+		

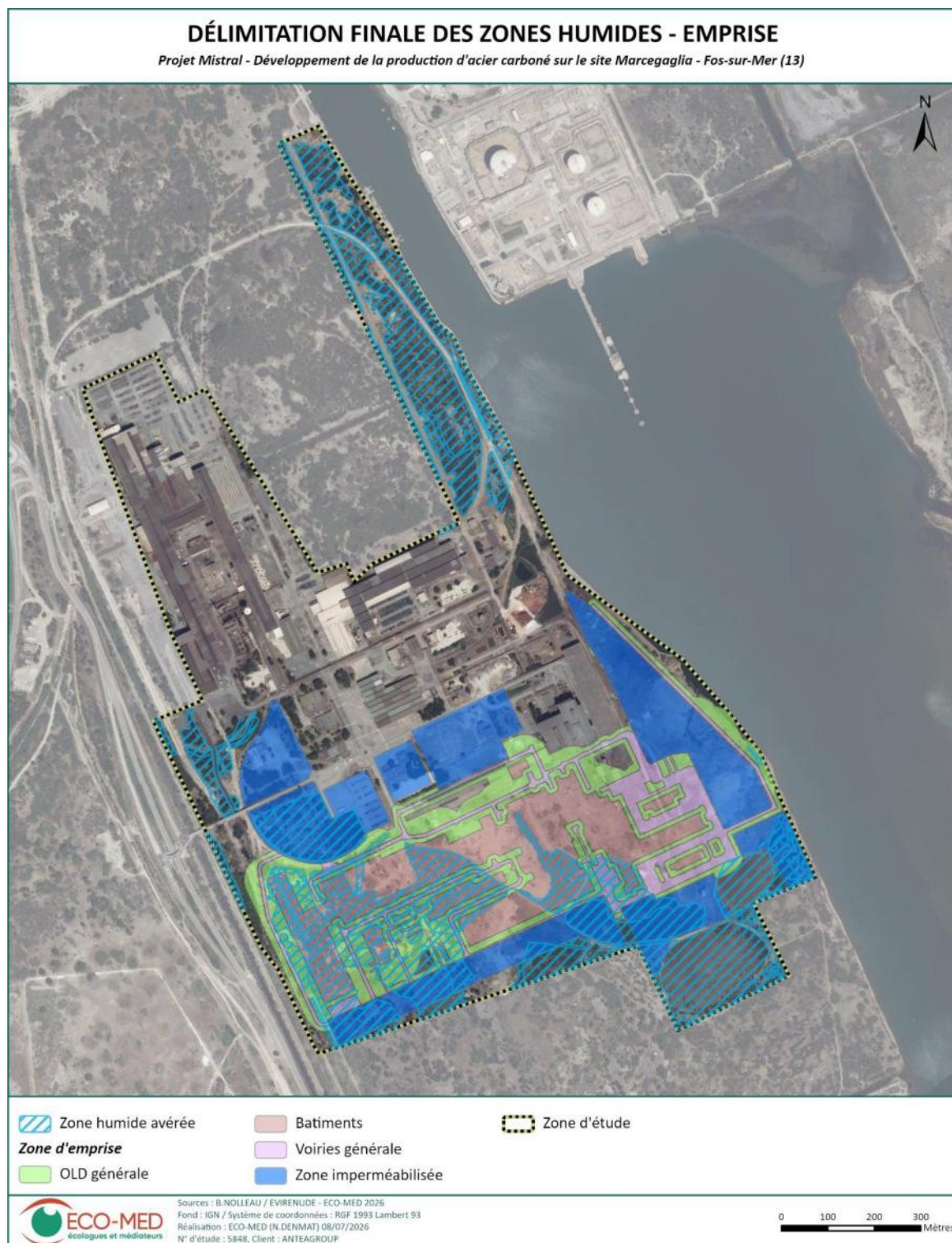


Partie 3 : Evaluation des impacts

Habitat concerné	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'habitat 1 : altération d'habitat (bandes OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		(0,06315 ha)						
Parking (Code EUNIS : J4)	Nul	1 (0,96497 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Nul	Nul
		2 (0,03194 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Réseau ferroviaire (Code EUNIS : J4.3)	Nul	1 (0,03933 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Nul	Nul
		2 (0,50716 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Route et piste (Code EUNIS : H5.6 x J4.2)	Nul	1 (3,2841 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Nul	Nul
		2 (1,27796 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Surface industrialisée en exploitation (Code EUNIS : H x J6)	Nul	1 (13,57455 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Nul	Nul
		2 (3,97935 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
Zone graveleuse (Code EUNIS : H5)	Nul	1 (0,00914 ha)	Direct	Permanente	Locale	+	Nul	Nul

*habitat réglementé

2.4. Impacts bruts du projet sur les zones humides



Carte 47 : Localisation des emprises du projet sur les zones humides



2.4.1. Les zones humides

Selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009, **38,70 ha de zone humide** ont été avérés au sein de la zone d'étude, à partir des critères habitats, végétations et pédologique, sans que cela ne détermine leur qualité et leurs fonctionnalités.

En raison de la diversité d'habitats, l'incidence du projet sur les zones humides peut varier de **très faible** (ex : Phragmitaie et roncier) à **modéré** (ex : fourrés ouest-méditerranéens à tamaris, prairie à joncs).

21,74 ha de la surface totale sont impactés par le projet, dont **16,28 ha** d'imperméabilisation des zones humides et **5,46 ha** de coupe rase liée aux OLD. On considèrera que la totalité de ces impacts seront permanents, du fait de l'imperméabilisation totale d'une partie des zones humides et de l'entretien périodique des OLD sur les surfaces concernées.

Les zones humides imperméabilisées perdront toutes leurs fonctionnalités en intégralité du fait de la déconnexion totale du sol avec la surface. Pour les surfaces débroussaillées, bien que les surfaces ne soient pas imperméabilisées la perte du couvert végétal et le fort morcellement de ces surfaces restantes impactera également toutes les fonctionnalités de ces zones humides que l'on considèrera comme détruites.

Le complexe d'habitats humides situé au nord-est de la zone d'étude ainsi que celui situé à l'ouest, dont les habitats humides sont regroupés autour d'un fossé en eau, sont cependant épargnés par l'emprise du projet et ces zones humides ne sont par conséquent pas impactées.

Ainsi la surface totale de zone humide détruite dans le cadre de ce projet s'élève à **21,74 ha**.

Du fait du grand nombre d'habitats humides et de leur répartition hétérogène au sein des zones humides, ces dernières ont été regroupées dans le tableau suivant comme entités géographiques homogènes pour plus de cohérence et de simplicité. Les zones « ouest » et « nord-est » n'y figurent pas en raison de l'absence d'impact sur ces zones humides.

Tableau 38. Impacts bruts du projet sur les zones humides

Zone humide concernée	Surface dans la zone d'étude (ha)	Impacts bruts			
		1 : Destruction 2 : Altération			
		Nature	Type	Durée	Portée
Zone sud-ouest	18,22	1 – Imperméabilisation de zones humides (11,31 ha)	Direct	Permanente	Locale
		2 – OLD (4,85 ha)	Direct	Permanente	Locale
Zone sud	9,81	1 – Imperméabilisation de zones humides (4,36 ha)	Direct	Permanente	Locale
		2 – OLD (0,24 ha)	Direct	Permanente	Locale
Zone sud-est	2,12	1 – Imperméabilisation de zones humides (0,86 ha)	Direct	Permanente	Locale
		2 – OLD (0,13 ha)	Direct	Permanente	Locale



2.4.2. Cadre réglementaire

La destruction de zones humides n'ayant pas pu être totalement évitée par le projet, il est donc nécessaire, en application de la loi sur l'eau et du SDAGE, de compenser cette destruction.

Rubrique 3.3.1.0

Le projet impacte directement 21,74 ha de zones humides. Au regard de la rubrique 3.3.1.0 concernant l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation ou le remblai de zones humides, **le projet est donc soumis à autorisation.**

Pour rappel :

Rubrique	Description
3.3.1.0	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mis en eau étant : - Supérieure ou égale à 1 ha → autorisation - Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 1 ha → déclaration - Inférieure à 0,1 ha → non soumis à la réglementation, sauf si le cumul avec des opérations antérieures réalisées par le même demandeur, dans le même bassin versant, dépasse ce seuil.

SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027

Conformément au Code de l'Environnement et à la politique du bassin en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 du Code de l'environnement et les projets d'installations classées pour la protection de l'environnement soumis à autorisation au titre de l'article L. 511-1 du même code sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socio-économiques.

Les éventuelles mesures compensatoires peuvent viser la restauration de fonctions hydrologiques, biogéochimiques ou biologiques altérées, la réhabilitation de fonctions disparues, voire la création d'habitats humides lorsque les conditions physiques et biologiques naturelles du site d'implantation s'y prêtent. Ces mesures doivent être compatibles avec les mesures de gestion déjà définies et mises en œuvre pour préserver l'espace de bon fonctionnement et les fonctions des zones humides concernées.

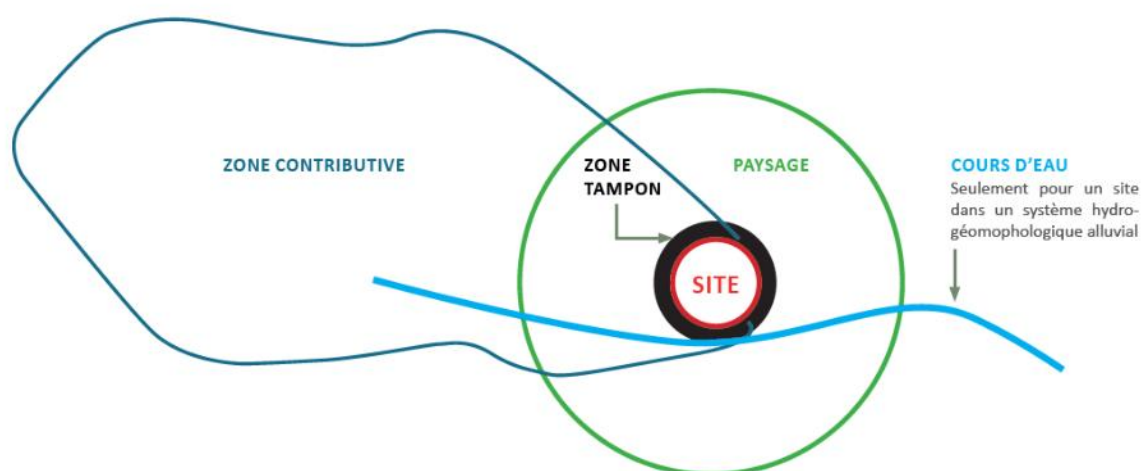
La grille d'évaluation des fonctionnalités de l'OFB permet de guider l'évaluation du ratio compensatoire pour chaque projet en fonction de la zone impactée et la zone envisagée pour l'établissement de cette compensation.

2.4.3. Analyse des fonctionnalités de la zone humide - Définition

L'évaluation d'une zone humide est réalisée en tenant compte des propriétés intrinsèques du site (en zone humide) et également de son environnement (aussi appelé « périmètre élargi » par TRUCHON *et al.*, 2020).

Ainsi, quatre zones sont distinguées pour évaluer l'environnement de la zone humide :

- La zone contributive : espace collectant l'ensemble des écoulements et donc l'ensemble des flux hydro-sédimentaires, de nutriments, de polluants et biologiques.
- La zone tampon : espace immédiat (50 mètres autour de la zone humide) « filtrant » les flux hydro-sédimentaires et biogéochimiques en provenance de la zone contributive.
- Le paysage : périmètre de 1km autour de la zone humide où sont analysées la composition et la structure des habitats.
- Et aussi éventuellement le cours d'eau associé.



Carte 48 : Zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides

Au travers de cette analyse, la méthode vise à quantifier et à qualifier les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques rendus par les zones humides. Elle repose sur des critères scientifiques et des indicateurs spécifiques adaptés aux particularités locales des zones humides étudiées. Les fonctions et sous-fonctions étudiées sont les suivantes :

Fonctions	Sous-fonctions	Indicateurs génériques
Hydrologique	Atténuation du débit de crue*	Couvert végétal, Système de drainage, érosion, sol et habitats
	Ralentissement des ruissellements	
	Recharge des nappes	
	Rétention des sédiments	
	Soutien au débit d'étiage**	
Biogéochimique	Dénitrification	Couvert végétal, Système de drainage, érosion, sol et habitats
	Assimilation végétale de l'azote	
	Adsorption et précipitation du phosphore	
	Assimilation végétale des orthophosphates	
	Séquestration du carbone	
Ecologique	Support des habitats	Habitats

	Connexion des habitats	
--	------------------------	--

* : évaluée en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier,

** : évaluée en système de plateau, source et suintement et dépression

La méthode utilise une série d'indicateurs pour évaluer les différentes fonctions des zones humides. Ces indicateurs, dont le nombre varie selon la configuration des zones humides, sont des éléments mesurables de l'environnement qui fournissent des informations sur l'état et les performances des fonctions. Chaque indicateur est analysé pour déterminer son état et son fonctionnement. Par exemple :

- Pour les fonctions hydrologique et biogéochimique, les indicateurs peuvent inclure le couvert végétal, la présence de drains et la qualité du sol.
- Pour la fonction écologique, les indicateurs peuvent inclure la diversité des espèces et l'état de conservation des habitats.

La valeur d'un indicateur renseigne sur l'opportunité fonctionnelle. Une valeur élevée signifie généralement que la fonction évaluée par cet indicateur est performante ou bien maintenue. La liste des sous-fonctions est détaillée en annexe 11.

A l'issue de l'analyse, la méthode permet de quantifier les pertes fonctionnelles sur une zone humide impactée et les gains fonctionnels envisagés (avec ou sans équivalence fonctionnelle) sur un site de compensation.

Perte fonctionnelle : Sur le site impacté, une diminution de la valeur d'un indicateur entre les états « avant impact » et « avec impact envisagé » (ou « après impact ») indique la régression de l'intensité d'une sous-fonction.

Gain fonctionnel : Sur le site de compensation, une hausse de la valeur d'un indicateur entre les états « avant action écologique » et « avec action écologique envisagée » (ou « après action écologique ») indique la progression de l'intensité d'une sous-fonction.

Equivalence fonctionnelle : Gain fonctionnel, sur le site de compensation, supérieur ou égal au ratio fonctionnel multiplié par la perte fonctionnelle attendue sur le site impacté.

Ratio fonctionnel correspond à un facteur d'ajustement du dimensionnement selon la faisabilité technique de la mesure de compensation, le délai pour obtenir son résultat et selon son environnement. Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique préconisé par un SDAGE. En pratique, concernant le ratio fonctionnel il s'agit de vérifier que le dimensionnement de la compensation est satisfaisant au regard des caractéristiques de l'action écologique prévue.



Intervention du ratio fonctionnel pour évaluer l'équivalence fonctionnelle. Il y a équivalence fonctionnelle, si la perte multipliée par le ratio fonctionnel est inférieure ou égale au gain. Source : méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, V2.



Les deux ratios OFB et SDAGE ne se substituent pas l'un à l'autre, ils sont des VALEURS GUIDES pour l'obtention de compensations réelles, qualitatives et optimisées.

2.4.4. Analyse des fonctionnalités de la zone humide – Site impacté

Description de la zone d'étude avant impact

Localisation	Fos-sur-Mer (13)
Système hydrogéomorphologique du site	Estuarien
Appartenance à une masse d'eau de surface	FRDIT20 – Gran Rhône du seuil de Terrin à la méditerranée
Type d'habitats dans le site	Principalement des fourrés de Tamaris, des boisements de pin sylvestre, des prés salés à Scirpe du Midi

Evaluation des fonctions sur la zone humide avant impact

- **Résultats – les enjeux sur le territoire où est insérée la zone humide (zone contributive, zone tampon et paysage)**

La zone humide correspond à un système hydrogéomorphologique estuarien.

La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides V2 ne calcule pas de zone contributive pour les systèmes hydrogéomorphologiques estuariens ou alluviaux pour des cours d'eau de rang supérieur à 5 sur l'ordination de Strahler. En effet les systèmes estuariens sont également largement influencés par des entrées d'eaux marines, rendant inappropriée ou non pertinente l'application d'une évaluation basée sur une zone contributive (bassin versant) terrestre classique.

Pour rappel, le paysage fait référence à l'ensemble des éléments naturels et anthropiques situés dans un rayon de 1000 mètres autour de la zone humide concernée, elle-même présentant une surface de 998,64 ha. Le tableau ci-dessous présente ainsi la proportion des différents milieux EUNIS niveau 1 au sein du paysage de la zone humide.

Le paysage	998,64	ha
A – Habitats marins	20	%
B – Habitats côtiers	15	%
C – Eaux de surfaces continentales	0	%
D – Tourbières hautes et bas-marais	0	%
E – Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminées, mousses ou des lichens	10	%
F – Landes, fourrés et toundras	10	%
G – Boisements, forêts et autres habitats boisés	10	%
H – Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	0	%

I – Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés	10	%
J – Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels	25	%

Le paysage de la zone humide présente une relativement faible diversité de milieux naturels dont la répartition est inégale, largement dominée par des habitats marins et des zones bâties. On retrouve malgré tout une certaine densité de corridors aquatiques du fait de la présence de canaux (7,5 km dans le paysage). Ces corridors ne sont cependant pas d'origine naturelle.

PAYSAGE DE LA ZONE HUMIDE AVANT IMPACTS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Carte 49 : Paysage de la zone humide avant impact



➤ Résultats – les enjeux sur la zone humide

Pour rappel : 3 grands types de fonctions sont évaluées : hydrologique, biogéochimique et d'accomplissement du cycle biologique des espèces, appelé « écologique » dans le tableau, pour plus de simplicité. La méthode de l'OFB évalue 12 sous-fonctions pour lesquelles les zones humides jouent souvent un rôle prépondérant par rapport aux autres écosystèmes. Cette évaluation se fait au travers de 23 indicateurs spécifiques (pour cette étude) : plus un indicateur a une valeur élevée et plus la sous-fonction associée a un rôle important. Un indicateur peut être utilisé pour plusieurs sous-fonction.

Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier.

La colonne de droite évalue « l'importance de la sous-fonction » spécifiquement pour le site de Mistral-Marcegaglia.

Une fonction ou sous-fonction sera qualifiée de **prioritaire** si tous ses indicateurs montrent une absence de dégradation apparente (= fonction ou sous-fonction « fonctionnelle »). À l'inverse, une fonction ou sous-fonction est considérée comme **secondaire** si ses indicateurs révèlent des dégradations avérées (= fonction ou sous-fonction « dysfonctionnelle »).

Le projet de compensation visera donc à rétablir les indicateurs liés aux fonctions ou sous-fonctions prioritaires afin de compenser la perte fonctionnelle de ces indicateurs sur le site impacté.

Fonctions	Sous-fonctions (=SF)	Indicateurs	Importance de la sous-fonctions
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	SF favorisée par l'absence de rigoles et de fossés profonds et la faible densité de fossés	Secondaire
	Ralentissement des ruissellements	SF favorisée par l'absence de rigole mais réduit par la présence de zone à nu	Secondaire
	Recharge des nappes	SF favorisée par l'absence de rigole et la conductivité hydraulique du sol (sable)	Secondaire
	Rétention des sédiments	SF favorisée par l'absence de drains mais dégradée par la faible présence d'épisolum humifère	Secondaire
	Soutien au débit d'étiage	SF favorisée par la faible densité de drains et par la conductivité du sol mais réduite par la minceur de l'épisolum humifère	Secondaire
Biogéochimique	Dénitrification	SF favorisée par l'absence de drains mais dégradée par le faible episolum humifère	Secondaire
	Assimilation végétale de l'azote	SF favorisée par l'absence de drains et la dominance d'habitats non halophiles, mais dégradée par le faible episolum humifère	Secondaire
	Adsorption et précipitation du phosphore	SF favorisée l'absence de drains mais légèrement dégradée par la relative acidité du sol	Secondaire
	Assimilation végétale des orthophosphates	SF favorisée l'absence de drains et l'acidité du sol	Secondaire
	Séquestration du carbone	SF favorisée par la végétation permanente, l'absence de drains mais dégradée par le faible episolum humifère, la faible surface de section des arbres, et l'absence de tourbe ou d'engorgement en eau	Secondaire



Fonctions	Sous-fonctions (=SF)	Indicateurs	Importance de la sous-fonctions
Ecologique	Support des habitats	SF favorisée par la richesse d'habitats, la faible fragmentation, et la faible présence d'espèces exotiques envahissantes	Prioritaire
	Connexion des habitats	SF évaluée seulement à partir de la similarité du paysage qui est faible.	Secondaire

La zone humide décrite est globalement impactée par la nature artificielle de son sol. Les fonctionnalités hydrologiques et biogéochimiques sont **impactées** dans leurs globalités. **Seule la sous-fonctionnalité de recharge des nappes est favorisée par le sol sableux et l'absence de drains.** Cela étant, le site étant en forte connexion avec les masses d'eaux marines des environs, cette fonctionnalité est peu pertinente dans ce contexte, c'est pourquoi elle n'a pas été considérée comme prioritaire. La fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces est jugée prioritaire ici et s'exprime relativement bien au travers de sous-fonctionnalité de support des habitats.

Evaluation des fonctions sur la zone humide avec impact envisagé

21,74 ha de zones humides seront détruits par le projet. Bien que 5,46 ha de cette surface soit concernés par des OLD qui sont généralement considérées comme un facteur altérant et non détruisant les zones humides, ces OLD sont inscrites dans la continuité directe des surfaces imperméabilisées et seront par conséquent fortement morcelées, dépourvue de connexion entre elles, en plus de subir une rétrogradation de leur strate végétative. Pour ces raisons, il est très improbable que ces surfaces conservent des fonctionnalités significatives.

De manière générale, le projet entraîne des impacts négatifs sur l'ensemble des 23 indicateurs étudiés et pris en compte dans la grille d'évaluation de l'OFB. Cela signifie que toutes les sous-fonctions identifiées sont associées à une perte fonctionnelle.

La compensation visera à rétablir les sous-fonctionnalités prioritaires (support des habitats) et plus globalement la fonction d'accomplissements du cycle biologique des espèces qui est caractérisée comme fonction principale de la zone humide impactée.

Bilan sur les fonctions impactées

Le guide de l'OFB relatif à la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides demande à ce que les fonctions associées à des enjeux territoriaux forts et fonctionnels soient identifiées. En effet, dans le guide d'accompagnement de la méthode, il est expliqué qu'il sera peu probable d'atteindre l'équivalence fonctionnelle sur la totalité des fonctions ou sous-fonctions impactées, et il est recommandé de prendre en compte dans l'analyse les fonctions ou sous-fonctions prioritaires sur lesquelles travailler.

1. Concernant les fonctions hydrologiques

Les capacités sont fortement réduites par la texture du sol et l'absence d'hydromorphie générée par le caractère remblayé sablonneux de la majorité de la surface impactée, remblais issus du creusement de la darse toute proche. Ces remblais peuvent représenter une surélévation allant jusqu'à plus de 5 m localement, avec une surélévation moyenne d'environ 2m. Cette configuration topographique limite très fortement les entrées d'eau, qu'elles soient marines (flux marins via des débordements) ou souterraines (nappes).

De plus, cette zone est située en bout de bassin versant, en bord de darse. L'ensemble de ces éléments contribue à réduire fortement les fonctions hydrologiques des zones humides impactées par le projet.

Seule la sous-fonctionnalité de recharge de nappe semble fonctionnelle sur le site impacté, elle est favorisée par la nature sableuse du sol. En effet, une texture grossière favorise l'infiltration des écoulements.

Les fonctionnalités hydrologiques typiques des zones humides classiques sont déjà impactées sur le site, même en absence de projet et ne sont pas jugées pleinement fonctionnelles. En conséquence, il ne sera pas cherché



d'équivalence fonctionnelle stricte pour cette fonctionnalité lors de la compensation. Un gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle) sera néanmoins visé sur quelques sous-fonctions afin d'assurer l'efficacité de la compensation.

2. Concernant les **fonctions biogéochimiques**

L'ensemble des sous-fonctionnalités biogéochimiques sont favorisées par l'absence de drains sur le site. Néanmoins, la nature principalement sablonneuse des sols (absence d'engorgement et de matière organique) et le faible couvert végétal dans certaines zones (milieux ouverts non buissonnants et sableux) limitent grandement la fonctionnalité biogéochimique dans son ensemble.

De la même manière que pour les fonctions hydrologiques, les fonctions biogéochimiques ne sont pas jugées pleinement fonctionnelles sur le site impacté par le projet Mistral. En conséquence, il ne sera pas cherché d'équivalence fonctionnelle stricte pour cette fonctionnalité lors de la compensation.

3. Concernant les **fonctions biologiques des espèces**

Les études réalisées par ECO-MED ont révélé que la parcelle abrite plusieurs espèces faunistiques et floristiques à enjeu. L'étude des fonctionnalités de la zone humide suggère que la sous-fonction de support des habitats est fonctionnelle. En effet, de nombreux indicateurs témoignent d'une valeur élevée indiquant une fonction importante. Ce rôle est toutefois impacté par la dégradation des milieux liés à l'activité industrielle actuelle de Marcegaglia et par un isolement écologique du môle central de Caban Sud en raison de la présence de nombreux aménagements (voie ferrées, voiries, darse etc.) et par la présence, légère dans la zone Marcegaglia, mais importante au sud, d'espèces végétales invasives.

La sous-fonction de connexion des habitats est fonctionnelle, mais altérée par le contexte industriel local.

Pour conclure, au regard des éléments présentés ci-avant et de l'historique de la parcelle (remblais issus du creusement de la darse, site industriel dans la partie nord de la parcelle), nous estimons qu'une seule sous-fonction est prioritaire sur la parcelle Mistral :

-la fonction écologique liée à la sous-fonction d'accomplissement des cycles biologiques des espèces.

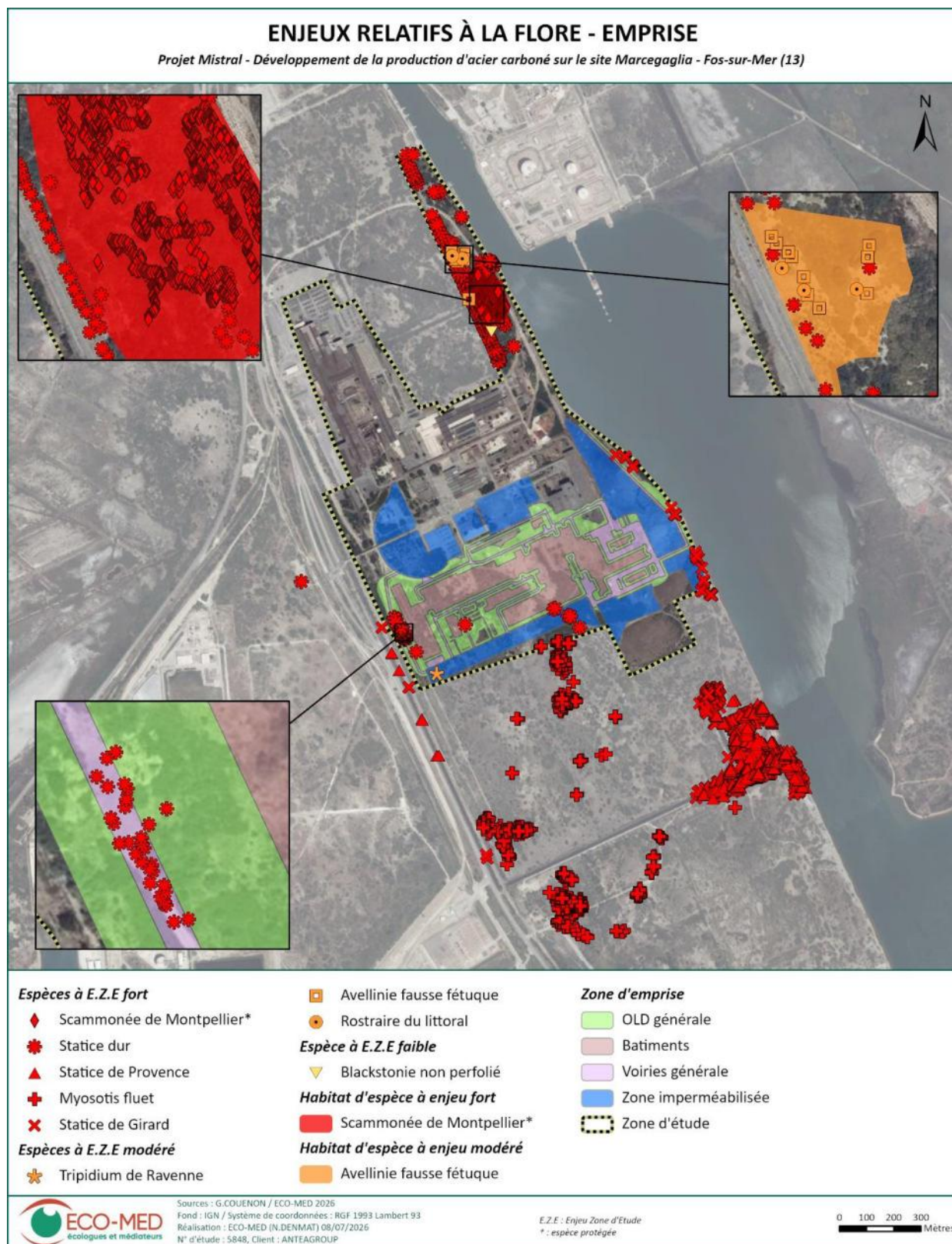
Les autres sous-fonctions sont trop dégradées dans la zone d'étude pour être vraiment fonctionnelles et donc prioritaires. Il s'agit en particulier :

- de la sous-fonction de recharge des nappes ;
- de la sous-fonction assimilation végétale des orthophosphates.

L'accent devra donc être mis, en termes de recherches compensatoires, sur la recherche d'une équivalence fonctionnelle a minima sur la fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces et notamment la sous-fonction de support des habitats.

Malgré les fonctionnalités réduites sur la parcelle impactée d'un certain nombre de fonctions et sous-fonctions, jugées secondaires, le futur site de compensation améliorera également un certain nombre d'entre elles, par renforcement de ces fonctions et sous-fonctions sur le site compensatoire à l'issue des opérations de génie écologique qui seront présentées dans le cadre du programme compensatoire proposé, notamment la fonction biochimique.

2.5. Impacts bruts du projet sur la flore vasculaire



Carte 50 : Localisation des emprises du projet sur la flore



Les impacts bruts du projet concernent deux espèces : la Saladelle dure et la Canne de Ravenne. Ces impacts sont évalués à modérés pour la Saladelle dure en raison de la taille de la station et du nombre d'individus qu'elle comprend. Ils sont évalués à très faibles pour la Canne de Ravenne en raison du seul et unique individu composant la station. Les autres espèces ne se situent pas dans la zone d'emprise du projet.

Concernant la Saladelle de Girard, la micro-population située en bordure de darse est intégrée dans l'emprise de la piste du SDIS (faisant partie de l'OAT du GPMM, récemment autorisée). L'espèce ne se situe pas à l'intérieur de l'emprise du projet Mistral et n'est donc pas retenue dans l'évaluation des impacts du projet Mistral.

Pour le Myosotis fluët, l'ensemble des stations connues situées en limite de zone d'étude ne rentre pas dans l'emprise du projet Mistral. Elle n'est pas jugée impactée par le projet et ne sera pas retenue dans l'évaluation des impacts résiduels dans la suite du dossier.

Tableau 39. Impacts bruts du projet sur la flore vasculaire

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus et/ou habitat				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier (Usine CARBON)	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement (Usine CARBON)	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier (Raccordement RTE)
		Nature	Type	Durée	Portée				
Scammonée de Montpellier* (<i>Cynanchum acutum</i>)	Fort	Non impactée par le projet							
Saladelle dure (<i>Limonium duriusculum</i>)	Fort	1 75-100 ind.	Direct	Permanente	Locale	+++	Modéré	Nul	
Saladelle de Girard (<i>Limonium girardianum</i>)	Fort	Les stations sont hors emprises du projet Mistral. Aucun impact n'est pris en compte pour cette espèce.							
Myosotis fluët (<i>Myosotis pusilla</i>)	Fort	Les stations sont hors emprises du projet Mistral. Aucun impact n'est pris en compte pour cette espèce.							
Avellinie fausse fétuque (<i>Avellinia michelii</i>)	Modéré	Non impactée par le projet							



Partie 3 : Evaluation des impacts

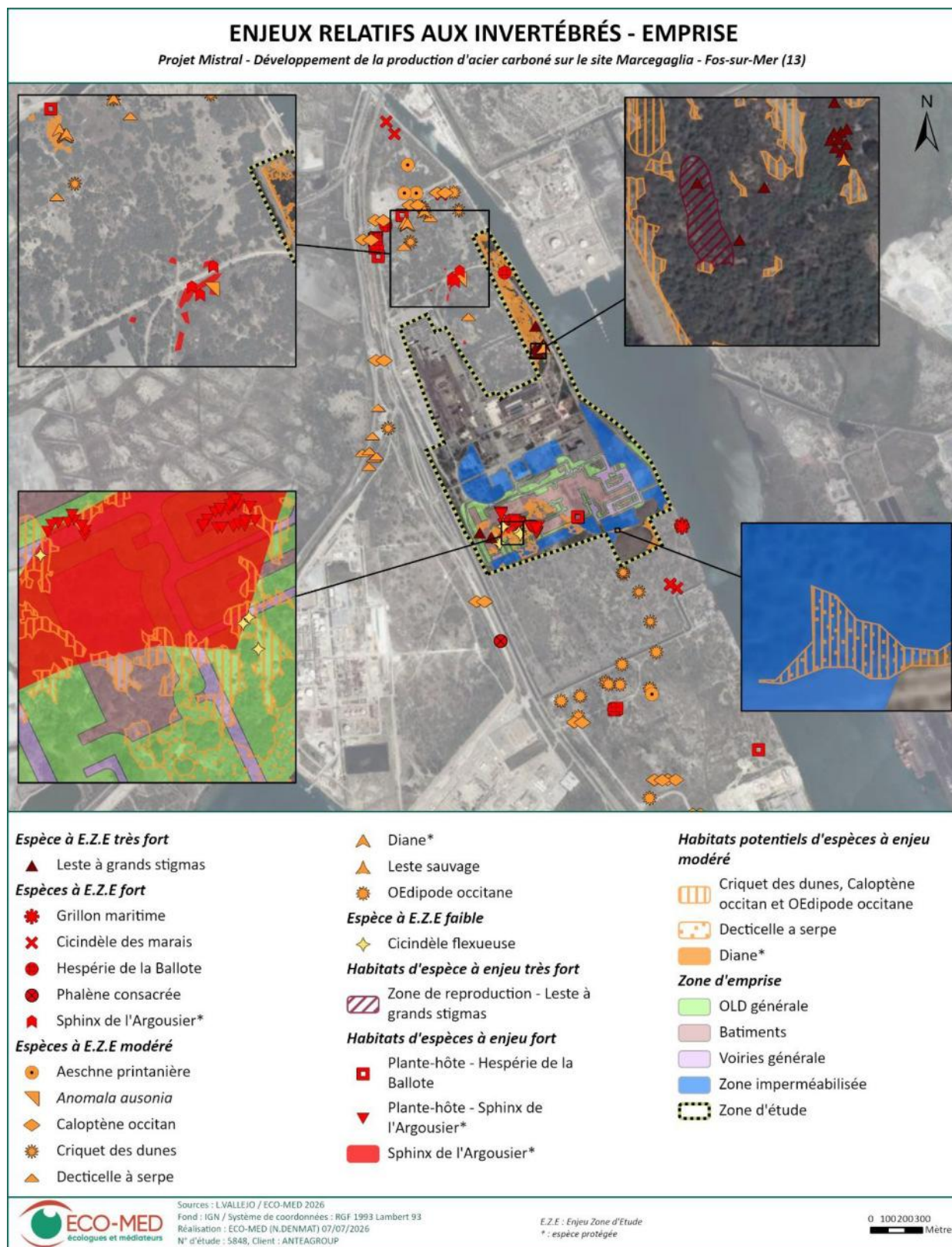
Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus et/ou habitat				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier (Usine CARBON)	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement (Usine CARBON)	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier (Raccordement RTE)
		Nature	Type	Durée	Portée				
Canne de Ravenne (<i>Tripidium ravennae</i>)	Modéré	1 1 ind.	Direct	Permanente	Locale	+++	Très faible	Nul	
Rostraire du littoral (<i>Rostraria pubescens</i>)	Modéré	Non impactée par le projet							
Blackstonie non perfolié (<i>Blackstonia imperfoliata</i>)	Faible	Non impactée par le projet							

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

2.6. Impacts bruts du projet sur les invertébrés



Carte 51 : Localisation des emprises du projet sur les invertébrés



En phase chantier :

Des impacts bruts **modérés** sont attendus sur le **Sphinx de l'Argousier** (*Hyles hippophaes*) en raison de la perte de nombreux pieds d'Argousiers, plante-hôte du papillon. Le projet va entraîner la perte d'un minimum de 40 arbustes, inclus dans une superficie d'habitat d'espèce d'environ 0,7 ha et la destruction d'un effectif de papillon non quantifiable (espèce cryptique). A noter que les OLD risquent de générer un impact additionnel.

Des impacts bruts **faibles** sont attendus pour les espèces potentielles des pelouses psammophiles à savoir le **Criquet des dunes** (*Calephorus compressicornis*), l'**Œdipode occitane** (*Œdipoda charpentieri*) et le **Caloptène occitan** (*Calliptamus watenwylanus*), 3 espèces à enjeu modéré ainsi que la **Cicindèle flexueuse** (*Lophyra flexuosa*), à enjeu faible et les espèces de jonchaies, notamment la Decticelle à serpe (*Platycleis falx*). Ces impacts sont expliqués par la destruction de 1,32 ha d'habitat d'espèce potentielle pour la Decticelle à serpe et de 0,66 ha pour la Cicindèle flexueuse, le Criquet des dunes, le Caloptène occitan et l'Œdipode occitane ainsi que la destruction d'individus (non quantifiable) de ces différentes espèces. Enfin, les OLD pourront affecter temporairement leurs milieux.

Les impacts bruts sont également évalués à **faibles** pour **Anomala ausonia** en raison de la destruction d'habitat d'espèce à hauteur de 6,4 ha. L'habitat concerné est très fréquent dans la zone de Fos (bois mort de feuillus). Des individus peuvent aussi être détruits.

En phase de fonctionnement, les impacts du projet pressentis sur les invertébrés sont de 2 types :

- **Risque d'écrasement d'individus** au niveau des voies de circulation créées, ce risque concerne l'ensemble des espèces mobiles (Sphinx de l'Argousier, Criquet des dunes, Œdipode occitane, Caloptène occitan et Cicindèle flexueuse dont les habitats conservés vont se situer près des voiries.
- **Destruction d'individus** lors de l'ouverture et l'entretien des OLD. Les impacts liés à la réglementation OLD sont jugés très faibles pour les espèces de pelouses psammophiles dont les habitats sont peu concernés par les OLD. Pour le Sphinx de l'Argousier, les impacts sont jugés faibles car l'ouverture des OLD va nécessiter la coupe supplémentaire d'Argousiers (environ 67 arbustes soit 0,13 ha d'habitat d'espèce)

Des impacts bruts sont également estimés à **nuls** pour le **Leste à grands stigmas** (*Lestes macrostigma*) et l'**Hespérie de la Ballote** (*Muschampia baeticus*), espèces dont les habitats de reproduction et d'espèce ne sont pas inclus dans le périmètre projet, les espèces étant en sus isolées de la zone projet par l'ensemble de l'usine actuelle.

Enfin, aucun impact n'est pressenti sur le **Grillon maritime** (*Pseudomogoplistes squamiger*), espèce avérée par Naturalia, car l'ensemble de son habitat d'espèce se trouve en dehors des emprises du projet.


Tableau 40. Impacts bruts du projet sur les invertébrés

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitat d'espèce (cycle de vie complet) 3 : Destruction d'habitat de reproduction (plante-hôte) 4 : Altération d'habitat d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
Leste à grands stigmas <i>Lestes macrostigma</i>	Cycle biologique complet	Aucun impact est pressenti sur cette espèce					Nuls	Nuls
Hespérie de la Ballote <i>Muschampia baeticus</i>	Cycle biologique complet	Aucun impact est pressenti sur cette espèce					Nuls	Nuls
Grillon maritime <i>Pseudomogoplistes squamiger</i>	Cycle biologique complet	Aucun impact est pressenti sur cette espèce					Nuls	Nuls
Sphinx de l'Argousier* <i>Hyles hippophaes</i>	Cycle biologique complet	1 Non évaluable (NE)	Direct	Permanente	Locale	?	Modérés	Faibles
		2 0,7 ha	Direct	Permanente	Locale	++		
		3 > 40 argousiers	Direct	Permanente	Départementale	+++		
Decticelle à serpe <i>Platycleis falx</i>	Cycle biologique complet	1 NE	Direct	Permanente	Locale	?	Faibles	Faibles
		2 1,32 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
		4 0,42 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
Caloptène occitan	Cycle biologique complet	1 (NE)	Direct	Permanente	Locale	?	Faibles	Faibles



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitat d'espèce (cycle de vie complet) 3 : Destruction d'habitat de reproduction (plante-hôte) 4 : Altération d'habitat d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
<i>Calliptamus wattenwylanus</i>		2 0,65 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
		4 0,58 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
Œdipode occitane <i>Œdipoda charpentieri</i>	Cycle biologique complet	1 (NE)	Direct	Permanente	Locale	?	Faibles	Faibles
		2 0,65 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
		4 0,58 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
Criquet des dunes <i>Calephorus compressicornis</i>	Cycle biologique complet	1 (NE)	Direct	Permanente	Locale	?	Faibles	Faibles
		2 0,65 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
		4 0,58 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
<i>Anomala ausonia</i>	Cycle biologique complet	1 NE	Direct	Permanente	Locale	?	Faibles	Très faibles
		2 5,6 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
		4 2,63 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
Cicindèle flexueuse		1	Direct	Permanente	Locale	?	Faibles	Faibles



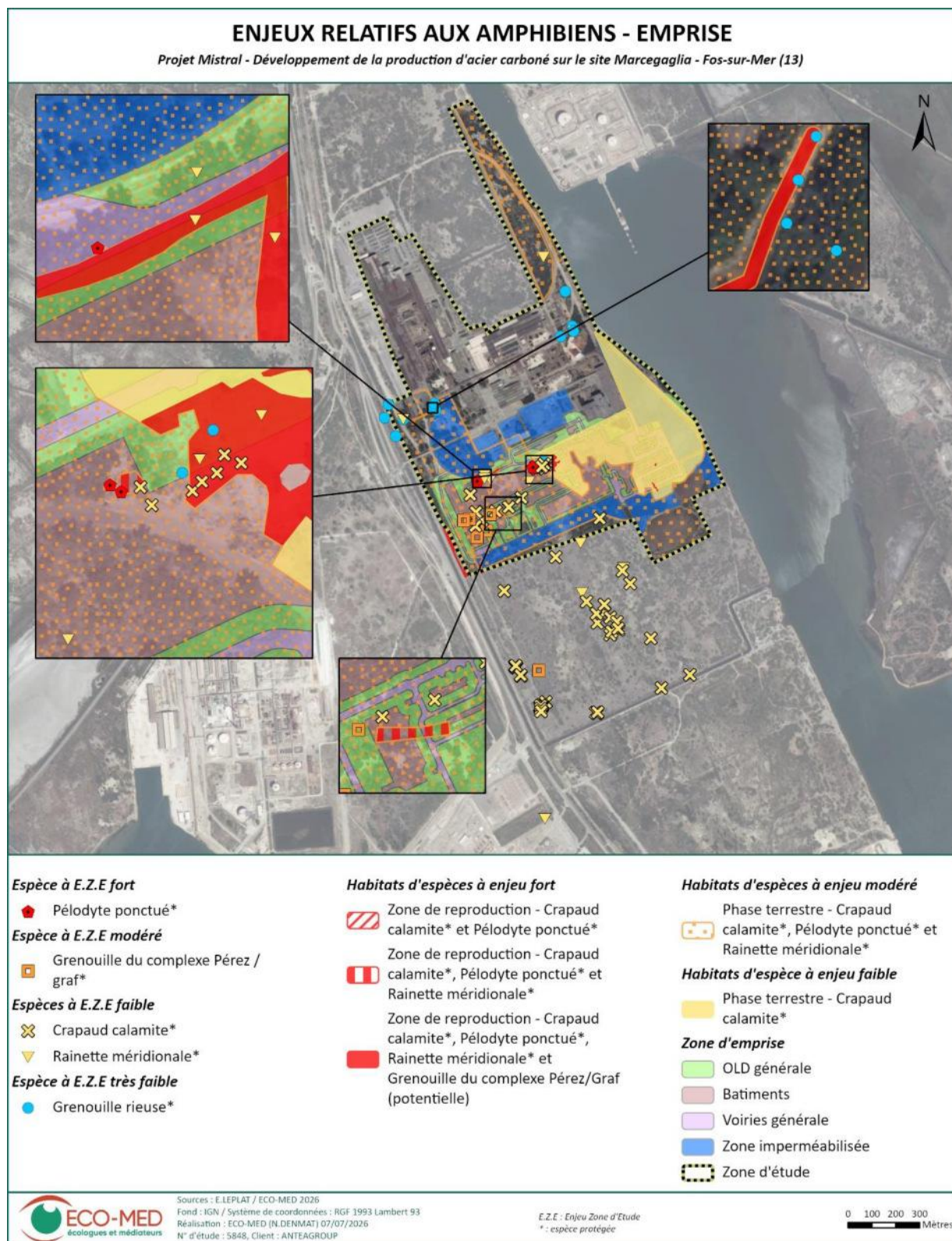
Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitat d'espèce (cycle de vie complet) 3 : Destruction d'habitat de reproduction (plante-hôte) 4 : Altération d'habitat d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
<i>Lophyra flexuosa</i>	Cycle biologique complet	(NE)						
		2 0,65 ha	Direct	Permanente	Locale	+		
		4 0,58 ha	Direct	Permanente	Locale	+		

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

2.7. Impacts bruts du projet sur les amphibiens



Carte 52 : Localisation des emprises du projet sur les amphibiens



En phase chantier, les impacts bruts du projet pressentis sur les amphibiens sont les suivants :

- **Destruction d'individus** (adultes et juvéniles) en phase terrestre lors des travaux : l'ensemble du cortège est concerné par ce type d'impact, avec entre 1 à 20 individus estimés pour le Pélodyte ponctué, les grenouille du complexe Pérez/Graf et la Rainette méridionale, et entre 5 et 30 individus pour le Crapaud calamite, dont la population est assez importante à l'échelle locale.
- **Destruction des pontes et/ou de têtards** au niveau des zones de reproduction lors des travaux : le projet conduira à de la destruction d'habitat de reproduction de toutes les espèces avérées au sein du site, qui sont donc toutes concernées par cet impact. Il n'est toutefois pas possible de quantifier les effectifs de manière précise.
- **Destruction d'habitat de reproduction** lors des travaux : comme évoqué précédemment, cet impact concernera l'ensemble des espèces avérées au sein de la zone d'étude. Les surfaces calculées s'élèvent 0,5 hectare pour le Crapaud calamite et le Pélodyte ponctué et 0,3 hectare pour les grenouilles du complexe Pérez/Graf et la Rainette méridionale.
- **Destruction d'habitat terrestre** lors des travaux : comme pour les 3 impacts précédents, ce dernier portera sur l'ensemble du cortège batrachologique local. Les surfaces concernées d'élèvent à 36,9 hectares pour le Crapaud calamite et à 21,9 hectares pour le Pélodyte ponctué, les grenouilles du complexe Pérez/Graf et la Rainette méridionale.
- **Altération d'habitat de reproduction** lors de la création du périmètre des OLD : toutes les espèces, sauf les grenouilles du complexe Pérez/Graf sont concernées par ce type d'impact. Les surfaces calculées restent toutefois minimales (0,2 hectare pour le Crapaud calamite et le Pélodyte ponctué, 0,1 hectare pour la Rainette méridionale).
- **Altération d'habitat terrestre** lors de la création du périmètre des OLD : l'ensemble des espèces avérées sur site sont concernées par ce type d'impact, avec des surfaces allant de 6,8 hectares pour le Pélodyte ponctué, les grenouilles du complexe Pérez/Graf et la Rainette méridionale à 10,6 hectares pour le Crapaud calamite.

Au regard des effectifs et des surfaces concernés, **l'impact brut est évalué à fort pour le Pélodyte ponctué** en raison de sa forte régression à l'échelle locale et **à modéré sur le Crapaud calamite, les grenouilles du complexe Pérez/Graf et la Rainette méridionale.**

En phase de fonctionnement, seul le **risque d'écrasement d'individus sur les voies de circulation** créées dans le cadre du projet est pressenti. Les amphibiens étant principalement nocturnes, ce risque reste donc toutefois limité, le gros de la circulation ayant lieu en journée. **L'impact brut du projet en phase de fonctionnement sur les amphibiens est donc évalué à très faible pour l'ensemble des espèces.**


Tableau 41. Impacts bruts du projet sur les amphibiens

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus (imagos) lors des travaux 2 : Destruction de pontes/têtards lors des travaux 3 : Destruction d'habitat de reproduction (travaux) 4 : Destruction d'habitat terrestre (travaux) 5 : Altération d'habitat de reproduction (OLD) 6 : Altération d'habitat terrestre (OLD) 7 : Risque d'écrasement sur les voies de circulation				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
Pélodyte ponctué* (<i>Pelodytes punctatus</i>)	Fort	1 (1-20 ind.)	Direct	Permanente	Locale	+++	Fort	Très faibles
		2	Direct	Permanente	Locale	+++		
		3 (0,5 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		4 (21,9 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		5 (0,2 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		6 (6,8 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		7	Direct	Permanente	Locale	+		
Grenouille du complexe Pérez/Graf* (<i>Pelophylax perezii/kl. grafi</i>)	Modéré	1 (1-20 ind.)	Direct	Permanente	Locale	++	Modéré	Très faibles
		2	Direct	Permanente	Locale	++		
		3 (0,3 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		4 (21,9 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		6 (6,8 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		7	Direct	Permanente	Locale	+		
Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Faible	1 (5-30 ind.)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modéré	Très faible
		2	Direct	Permanente	Locale	+++		
		3 (0,5 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		4 (36,9 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		5 (0,2 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		6 (10,6 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		7	Direct	Permanente	Locale	+		
Rainette méridionale* (<i>Hyla meridionalis</i>)	Faible	1 (5- 20 ind)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modéré	Très faible
		2	Direct	Permanente	Locale	+++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

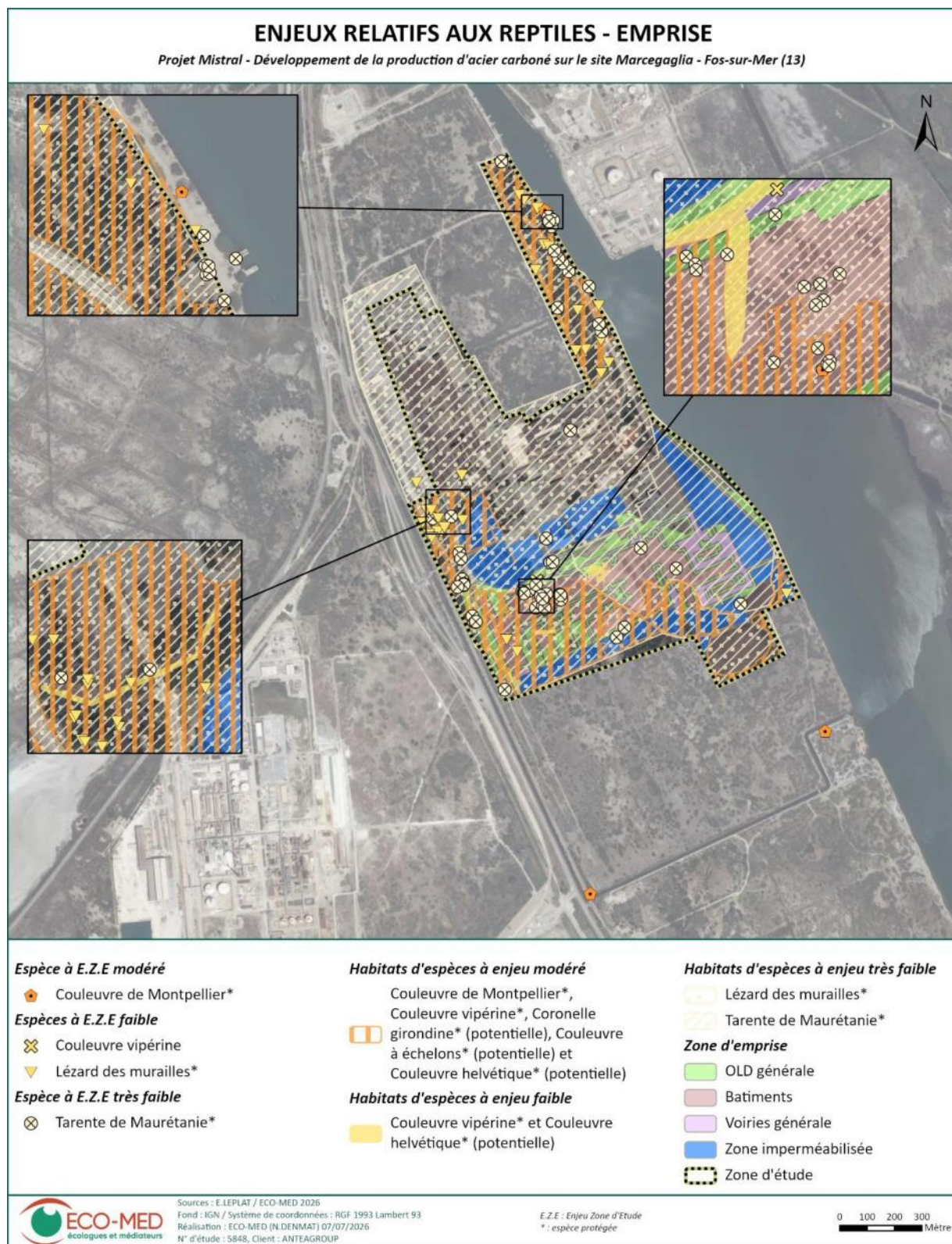
Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		1 : Destruction d'individus (imagos) lors des travaux 2 : Destruction de pontes/têtards lors des travaux 3 : Destruction d'habitat de reproduction (travaux) 4 : Destruction d'habitat terrestre (travaux) 5 : Altération d'habitat de reproduction (OLD) 6 : Altération d'habitat terrestre (OLD) 7 : Risque d'écrasement sur les voies de circulation						
		Nature	Type	Durée	Portée			
		3 (0,3 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		4 (21,9 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		5 (0,1 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		6 (6,8 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		7	Direct	Permanente	Locale	+		

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

2.8. Impacts bruts du projet sur les reptiles



Carte 53 : Localisation des emprises du projet sur les reptiles



En phase chantier, le projet induira 3 types d'impact sur l'herpétofaune locale :

- **Destruction d'individus** lors des travaux : l'ensemble des espèces avérées et potentielles est concerné par cet impact. Les effectifs estimés sont de 1 à 10 individus pour les couleuvres et 1 à 50 pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie.
- **Destruction d'habitat d'espèce** lors des travaux : induit sur tout le cortège (espèces avérées et potentielles), avec de la destruction de 15,7 hectares pour la Coronelle girondine, la Couleuvre à échelons et la Couleuvre de Montpellier, 16,3 hectares pour les couleuvres aquatiques, 25,5 hectares pour le Lézard des murailles et 42,3 hectares pour la Tarente de Maurétanie
- **Altération d'habitat d'espèce** lors de la création du périmètre des OLD : comme pour les deux précédents impacts, la totalité des espèces de reptiles est concernée par de l'altération d'habitat (4,8 hectares pour les couleuvres, 7,1 hectares pour le Lézard des murailles et 12,4 hectares pour la Tarente de Maurétanie).

Au regard des effectifs et des surfaces concernés, l'impact brut du projet est évalué à modéré sur la Coronelle girondine, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier, la Couleuvre vipérine, la Couleuvre helvétique et à faible pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie, plus largement répandus que les espèces de couleuvre et dont la plasticité écologique permet une meilleure adaptation en milieux anthropisés.

En phase de fonctionnement, les impacts du projet pressentis sur les reptiles sont de 2 types :

- **Risque d'écrasement d'individus** sur les voies de circulation créées ;
- **Destruction d'individus** lors de l'entretien des OLD.

Ces impacts concernent principalement les espèces de couleuvres, le risque sur le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie ne peut toutefois pas être totalement exclu. L'impact brut du projet en phase de fonctionnement est donc évalué à faible pour la Coronelle girondine, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier, la Couleuvre vipérine, la Couleuvre helvétique et à très faible pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie.

Tableau 42. Impacts bruts du projet sur les reptiles

Espèce concernée	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		1 : Destruction d'individus lors des travaux	2 : Destruction d'habitat d'espèce lors des travaux	3 : Altération d'habitat d'espèce (OLD)	4 : Risque d'écrasement sur les voies de circulation	5 : Destruction d'individus lors de l'entretien des OLD		
		Nature	Type	Durée	Portée			
Couleuvre de Montpellier* (<i>Malpolon monspessulanum</i>)	Modéré	1 (1-10 ind.)	Direct	Permanente	Locale	++	Modéré	Faible
		2 (15,7 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat d'espèce lors des travaux 3 : Altération d'habitat d'espèce (OLD) 4 : Risque d'écrasement sur les voies de circulation 5 : Destruction d'individus lors de l'entretien des OLD				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		3 (4,8 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		4	Direct	Permanente	Locale	+		
		5	Direct	Permanente	Locale	+		
Coronelle girondine* (<i>Coronella girondica</i>)	Modéré	1 (1-10 ind.)	Direct	Permanente	Locale	++	Modéré	Faible
		2 (15,7 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		3 (4,8 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		4	Direct	Permanente	Locale	+		
		5	Direct	Permanente	Locale	+		
Couleuvre à échelons* (<i>Zamenis scalaris</i>)	Modéré	1 (1-10 ind.)	Direct	Permanente	Locale	++	Modéré	Faible
		2 (15,7 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		3 (4,8 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		4	Direct	Permanente	Locale	+		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat d'espèce lors des travaux 3 : Altération d'habitat d'espèce (OLD) 4 : Risque d'écrasement sur les voies de circulation 5 : Destruction d'individus lors de l'entretien des OLD				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		5	Direct	Permanente	Locale	+		
Couleuvre vipérine* (<i>Natrix maura</i>)	Faible	1 (1-10 ind.)	Direct	Permanente	Locale	++	Modéré	Faible
		2 (16,3 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		3 (5 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		4	Direct	Permanente	Locale	+		
		5	Direct	Permanente	Locale	+		
Lézard des murailles* (<i>Podarcis muralis</i>)	Faible	1 (1-50 ind.)	Direct	Permanente	Locale	++	Faible	Très faible
		2 (25,5 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		3 (7,1 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		4	Direct	Permanente	Locale	+		
		5	Direct	Permanente	Locale	+		
Couleuvre helvétique* (<i>Natrix helvetica</i>)	Faible	1 (1-10 ind.)	Direct	Permanente	Locale	++	Modéré	Faible
		2 (16,3 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

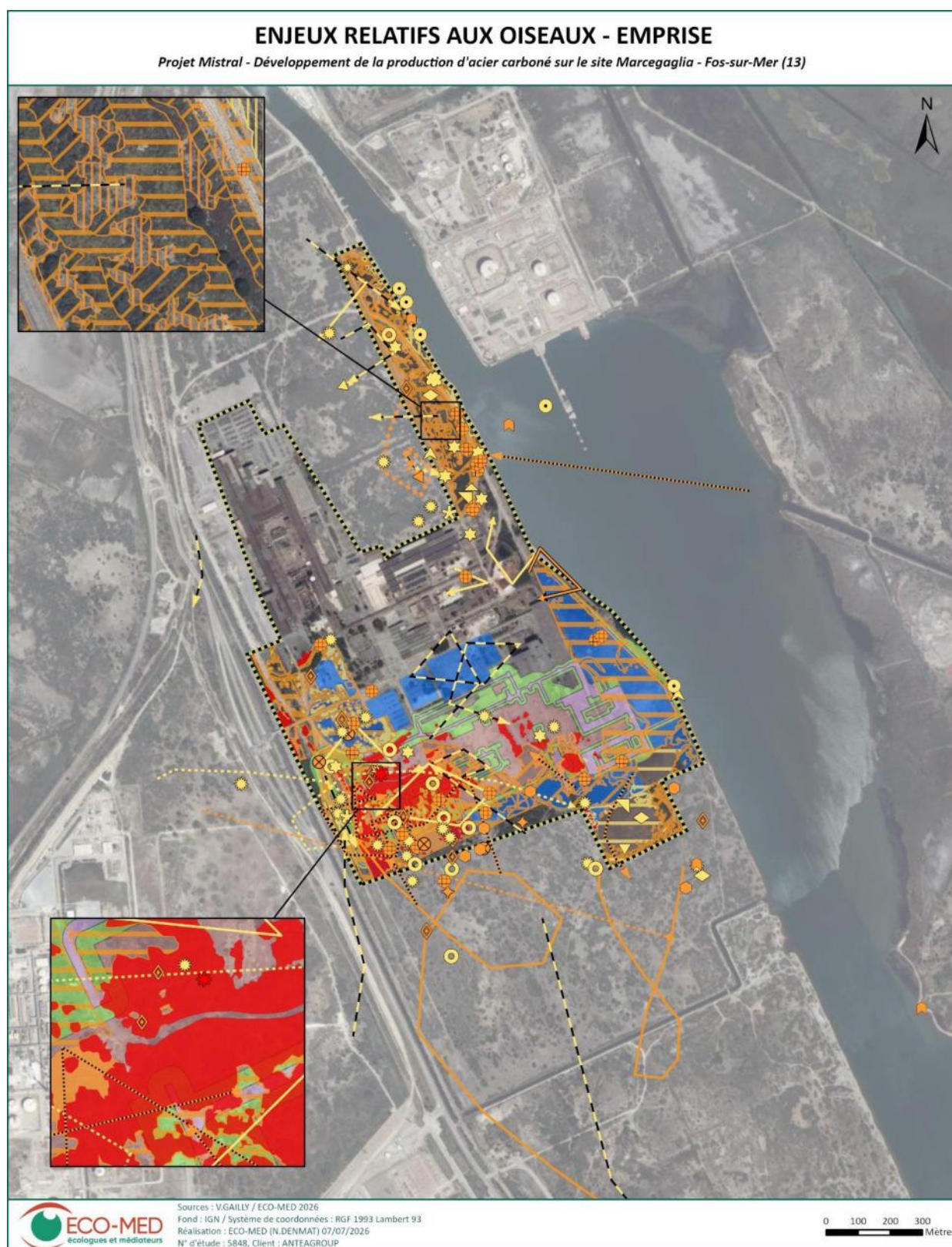
Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat d'espèce lors des travaux 3 : Altération d'habitat d'espèce (OLD) 4 : Risque d'écrasement sur les voies de circulation 5 : Destruction d'individus lors de l'entretien des OLD				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		3 (5 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		4	Direct	Permanente	Locale	+		
		5	Direct	Permanente	Locale	+		
Tarente de Maurétanie* (<i>Tarentola mauritanica</i>)	Très faible	1 (1-50 ind)	Direct	Permanente	Locale	++	Faible	Très faible
		2 (42,3 ha)	Direct	Permanente	Locale	++		
		3 (12,4 ha)	Direct	Permanente	Locale	+		
		4	Direct	Permanente	Locale	+		
		5	Direct	Permanente	Locale	+		

*espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

2.9. Impacts bruts du projet sur les oiseaux



Carte 54 : Localisation des emprises du projet sur les oiseaux



Carte 55 : Localisation des emprises du projet sur les oiseaux (légende)



➤ Impacts en phase de chantier

Les impacts les plus élevés vont concerner les espèces d'oiseaux nicheurs dans la zone d'emprise du projet en raison :

- D'une possible destruction d'individus (notamment si les travaux de libération des emprises s'effectuent durant la période de reproduction de l'avifaune),
- D'une destruction d'habitats d'espèces (alimentation et nidification),
- D'un dérangement sur l'avifaune nicheuse, migratrice et/ou sédentaire durant la phase de chantier.

Parmi les espèces avérées nicheuses au sein et aux abords de la zone étudiée, quatorze sont directement concernées par l'emprise du projet : le **Rollier d'Europe**, l'**Œdicnème criard**, la **Huppe fasciée**, le **Tadorne de Belon**, le **Coucou geai**, le **Petit-duc scops**, le **Cochevis huppé**, le **Faucon hobereau**, la **Cisticole des joncs**, le **Buse variable**, le **Pic épeichette**, le **Verdier d'Europe**, l'**Epervier d'Europe** et le **Milan noir**. Notons également la présence d'un couple d'Effraie des clochers implantés à proximité de l'emprise du projet. Ces espèces, utilisant de nombreux habitats implantés dans l'emprise du projet seront concernées par une destruction d'habitats d'espèces (alimentation et nidification) induisant ainsi une possible destruction directe d'individus (d'œufs ou de juvéniles non volant) notamment si les travaux préparatoires au chantier s'effectuent durant la période de reproduction de l'avifaune. Un dérangement des couples nicheurs est également à prévoir lors des phases de libération des emprises au cours du chantier. Pour ces raisons, **l'impact brut du projet est jugé modéré sur ces espèces.**

Concernant spécifiquement l'**Huitrier pie**, seul du **dérangement d'individus** est véritablement pressenti pour l'espèce sur un secteur d'alimentation au droit de l'usine. Le secteur du projet est déjà un secteur d'activité industrielle avec du dérangement quotidien, des travaux et des engins qui circulent. Les **impacts bruts sur l'Huitrier-Pie sont jugés faibles** en phase de chantier et d'exploitation.

En ce qui concerne le **Guêpier d'Europe**, le projet n'engendrera pas de destruction directe d'habitat de nidification. La zone d'étude ne semble pas non plus située à proximité immédiate d'une colonie (ce qui pourrait occasionner des dérangements réguliers au cours de la période de reproduction de l'espèce) Toutefois, le projet engendrera une destruction d'habitats d'alimentation pour cette espèce. Pour ces raisons, **l'impact du projet est également jugé faible pour le Guêpier d'Europe.**

Parmi les autres espèces avérées, certaines exploitent l'emprise du projet uniquement durant leurs recherches alimentaires ou en halte migratoire. Le projet engendrera pour ces espèces une destruction d'habitats d'alimentation. Un dérangement est également à prévoir sur ces espèces lors des phases de libération des emprises, au cours du chantier. Pour ces raisons, **l'impact du projet est jugé faible** pour le **Busard des roseaux**, l'**Effraie des clochers**, la **Bondrée apivore**, le **Bruant proyer**, le **Busard Saint-Martin**, le **Chevalier guignette**, la **Fauvette à lunettes**, la **Fauvette grisette**, l'**Hirondelle rustique**, le **Martin-pêcheur** et la **Pie-grièche à tête rousse**.

Enfin, en phase de chantier, le cortège des oiseaux communs nicheurs (13 espèces) est susceptible de subir un **impact brut modéré** en raison de la destruction d'individus (directe ou indirecte) si le chantier débute pendant la saison de reproduction, le dérangement d'individus, la perte d'habitat de reproduction et d'alimentation.

➤ Impacts en phase de fonctionnement

En phase de fonctionnement, les impacts sont jugés faibles à très faibles pour les espèces nicheuses compte-tenu des dérangements réguliers liés à l'entretien annuel des OLD du site pouvant engendrer une destruction d'individus notamment s'il se produisent durant la période de reproduction de l'avifaune alors qu'ils sont moindres sur les espèces présentes uniquement lors de leurs recherches alimentaires ou pour les espèces n'exploitant pas directement l'emprise du projet.



Tableau 43. Impacts bruts du projet sur les oiseaux

Espèce concernée	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
Rollier d'Europe* (<i>Coracias garrulus</i>)	Fort	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (23,1 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (7,3 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Busard des roseaux* (<i>Circus aeruginosus</i>)	Modéré	3 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	Modéré	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		2 (10,3 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (23,1 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (10,2 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Effraie des clochers* (<i>Tyto alba</i>)	Modéré	3 (2,7 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,7 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Faucon hobereau* (<i>Falco subbuteo</i>)	Modéré	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (23,1 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		5 (7,3 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Huîtrier pie* (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Modéré	4	Indirect	Temporaire	Locale	Très faibles	Nuls
Huppe fasciée* (<i>Upupa epops</i>)	Modéré	1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (23,1ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (9,9ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Œdicnème criard* (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Modéré	1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (13,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		3 (14,2ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)		1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (23,1 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (7,3 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	Modéré	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,2 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)	Faible	3 (2 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,4ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Faible	3 (0,5 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,07 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	Faible	3 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	Faible	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Très faibles
		2 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		3 (23,1 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (7,3 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Faible	4	Indirect	Temporaire	Locale	Très faibles	Nuls
Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Faible	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (0,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (0,5ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,07 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	Faible	3 (0,5 ha)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		5 (0,07 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	Faible	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (23,1 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (7,3 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Fauvette à lunettes* (<i>Curruca conspicillata</i>)	Faible	3 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	Faible	3 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		5 (0,4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Faible	3 (16,9 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (4,4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Faible	3 (16,9 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (4,4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	Faible	4	Indirect	Temporaire	Locale	Faibles	Nuls
Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)		1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (4,8 ha)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		3 (7,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (3,9 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	Faible	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (5,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (2,6 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	Faible	3 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Locale	Faibles	Très faibles
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (0,4 ha)	Direct	Temporaire	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	Faible	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (2 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (7,5 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (3,9 ha)	Direct	Temporaire	Locale		
Cortège des oiseaux nicheurs communs protégés* (13 espèces)	Faible	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Locale	Modérés	Faibles
		2 (27,9 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (12,4 ha)	Direct	Permanente	Locale		
		4	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (8,2 ha)	Direct	Temporaire	Locale		

*Espèce protégée

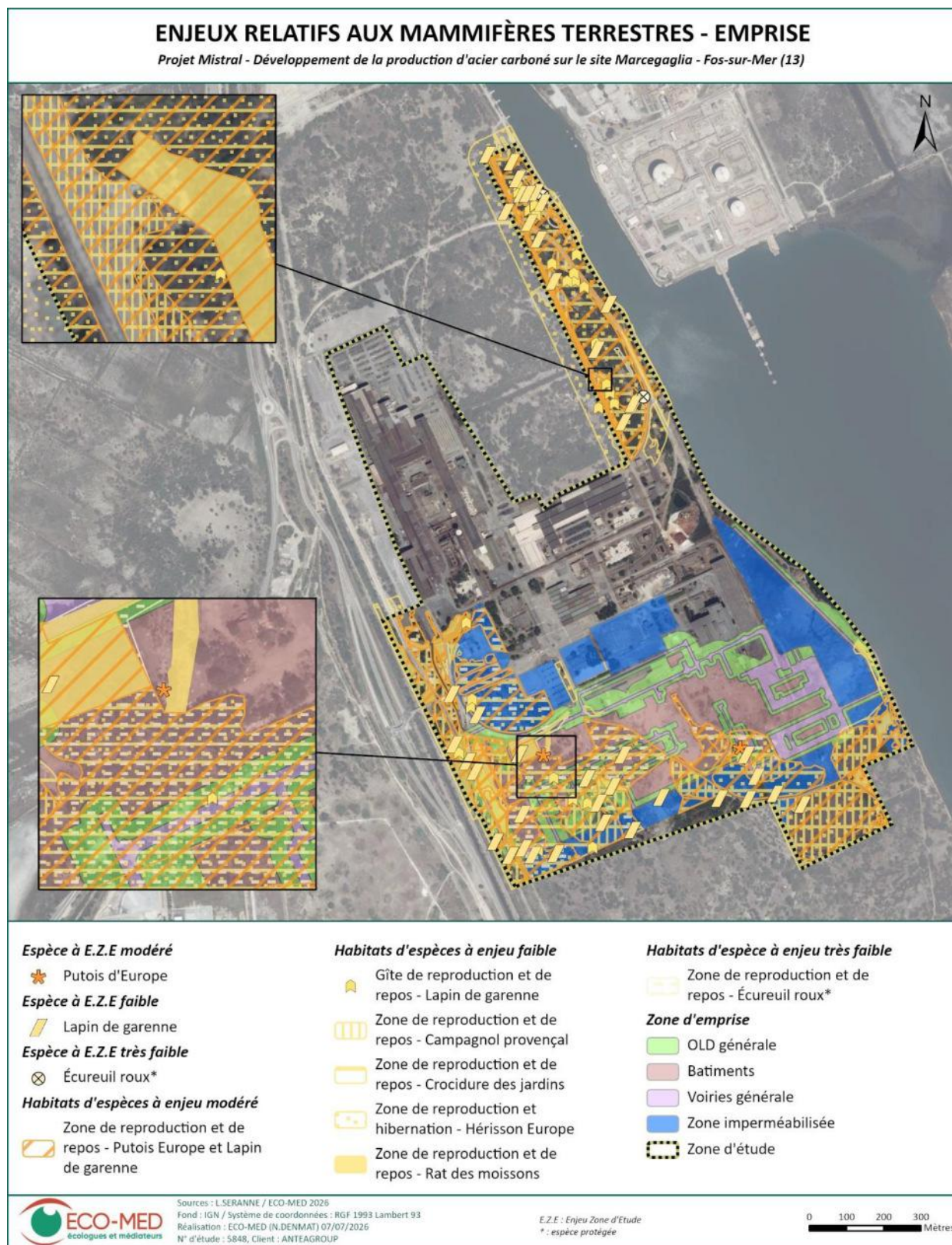


Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce avérée

Espèce fortement
potentielle

2.10. Impacts bruts du projet sur les mammifères terrestres



Carte 56 : Localisation des emprises du projet sur les mammifères terrestres



La zone d'étude présente un intérêt modéré pour le **Putois d'Europe**, un intérêt faible pour le **Lapin de garenne**, le **Hérisson d'Europe**, la **Crocidure des jardins**, le **Campagnol provençal** et le **Rat des moissons** et finalement un intérêt très faible pour l'**Écureuil roux**. Ces sept espèces de mammifères terrestres seront affectées par le projet. Son aménagement et son fonctionnement générera des impacts bruts, qui peuvent être répartis en cinq types d'effets directs sur les mammifères terrestres :

La destruction d'individus lors des travaux (1), concerne toutes les espèces avérées et potentielles à enjeux, particulièrement les jeunes individus, plus vulnérables que les adultes. La majorité des espèces avérées et potentielles font des gîtes au sol (terriers construits dans la végétation...), ce qui les rend particulièrement vulnérables à la circulation des engins et aux travaux de libération des emprises.

La destruction/altération d'habitat de repos (hibernation) et de reproduction lors des travaux (2) concerne toutes les espèces avérées et potentielles. La majorité des espèces prises en compte dans l'évaluation correspond à des micromammifères qui utilisent des territoires de petite taille, de quelques centaines à des milliers de m² pour le campagnol provençal, le rat des moissons et la crocidure des jardins et de quelques hectares pour le lapin de garenne et le Hérisson d'Europe, de sorte qu'ils sont très sensibles à la diminution de leur domaine vital. Ces espèces nichent et élèvent leurs jeunes dans des « nids », dans des terriers ou dans la végétation, dont le dérangement est synonyme d'abandon des jeunes par les femelles et donc de mort pour la portée entière. Le Putois d'Europe utilise des territoires de taille plus importante (plusieurs dizaines à centaines d'hectares), la perte et l'altération des habitats impacteront moins l'espèce, ne l'amputant que d'une partie de son territoire et non de l'intégralité comme pour les autres espèces.

Le dérangement d'individus lors des travaux (3), concerne toutes les espèces avérées et potentielles.

En phase d'exploitation, le projet entrainera la destruction d'individus par écrasement (4) pour toutes les espèces avérées et potentielles. La construction de nouvelles voies d'accès et de circulation entre les bâtiments augmentera le risque de collision mortelle pour la faune se maintenant dans les réservoirs de biodiversité au sein de la zone d'étude ainsi que les individus présents dans les alentours de celle-ci.

Le dérangement d'individus en phase de fonctionnement (5), concernera toutes les espèces.

Tableau 44. Impacts bruts du projet sur les mammifères terrestres

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction / altération d'habitat de reproduction et de repos 3 : Dérangement d'individus lors des travaux 4 : Destruction d'individus en phase de fonctionnement 5 : Dérangement d'individus en phase de fonctionnement					
		Nature	Type	Durée	Portée		
Putois d'Europe (<i>Mustela putorius</i>)	Modéré	1 (1 à 10 ind.)	Direct	Permanente	Locale	Modéré	Très faible
		2 14,8 ha (détruit)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction / altération d'habitat de reproduction et de repos 3 : Dérangement d'individus lors des travaux 4 : Destruction d'individus en phase de fonctionnement 5 : Dérangement d'individus en phase de fonctionnement				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		4,4 ha (altéré)					
		3 (1 à 10 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
		4 (1 à 5 ind)	Direct	Permanente	Locale		
		5 (1 à 5 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
Lapin de Garenne (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Faible	1 (25 à 75 ind.)	Direct	Permanente	Locale	Modéré	Faible
		2 14,8 ha (détruit) 4,4 ha (altéré) (> 6 garennes)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (25 à 75 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
		4 (1 à 25 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
		5 (1 à 25 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
Campagnol provençal (<i>Microtus duodecimcostatus</i>)	Faible	1 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale	Modéré	Très faible
		2 3,7 ha (détruit)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction / altération d'habitat de reproduction et de repos 3 : Dérangement d'individus lors des travaux 4 : Destruction d'individus en phase de fonctionnement 5 : Dérangement d'individus en phase de fonctionnement				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		2,6 ha (altéré)					
		3 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
		4 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
		5 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
Rat des moissons (<i>Micromys minutus</i>)	Faible	1 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale	Faible	Très faible
		2 0,75 ha (détruit) 0,8 ha (altéré)	Direct	Permanente	Locale		
		3 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
		4 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
		5 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
Crocidure des jardins (<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>)	Faible	1 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale	Modéré	Faible
		2 15,4 ha (détruit)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction / altération d'habitat de reproduction et de repos 3 : Dérangement d'individus lors des travaux 4 : Destruction d'individus en phase de fonctionnement 5 : Dérangement d'individus en phase de fonctionnement				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		5 ha (altéré)					
		3 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
		4 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
		5 (Non estimable)	Direct	Permanente	Locale		
Hérisson d'Europe* <i>(Erinaceus europaeus)</i>	Faible	1 (1-5 ind.)	Direct	Permanente	Locale	Modéré	Faible
		2 (12,7 ha détruit) (3,5 ha altéré)	Direct	Temporaire	Locale		
		3 (1-5 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
		4 (1-5 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
		5 (1-5 ind.)	Direct	Permanente	Locale		
Écureuil roux* <i>(Sciurus vulgaris)</i>	Très faible	1 (1 – 5 ind.)	Direct	Permanente	Locale	Faible	Très faible
		2 (9,5 ha détruit) (1,5 ha altéré)	Direct	Permanente	Locale		



Partie 3 : Evaluation des impacts

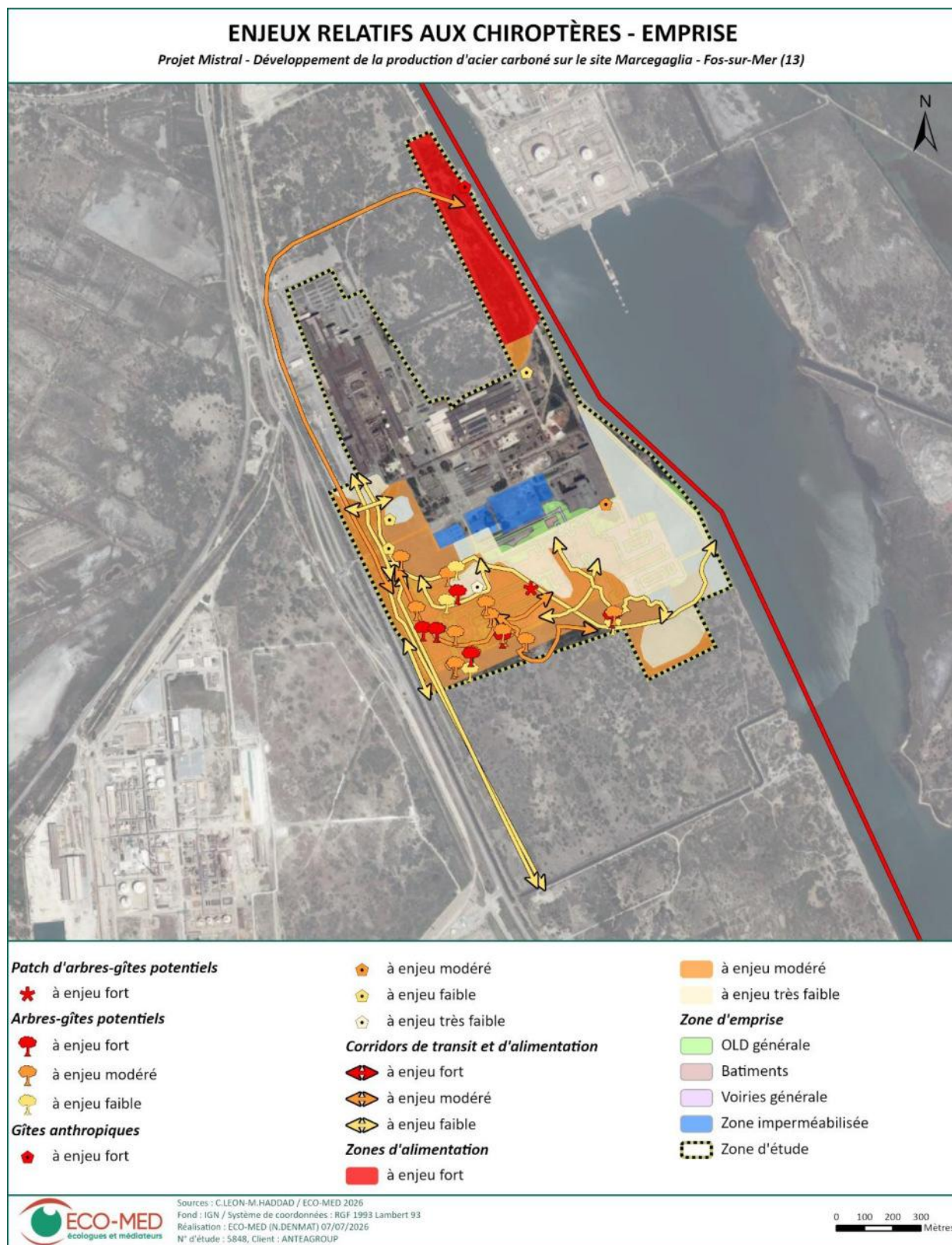
Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts				Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction / altération d'habitat de reproduction et de repos 3 : Dérangement d'individus lors des travaux 4 : Destruction d'individus en phase de fonctionnement 5 : Dérangement d'individus en phase de fonctionnement					
		Nature	Type	Durée	Portée		
		3 (1 – 5 ind.)	Indirect	Temporaire	Locale		
		5 (1-5 ind.)	Direct	Permanente	Locale		

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

2.11. Impacts bruts du projet sur les chiroptères



Carte 57 : Localisation des emprises du projet sur les chiroptères



En phase travaux, les impacts bruts pour les chiroptères se déclinent en six types :

- **La destruction d'individus lors des travaux**, en particulier lors de la libération des emprises, qui implique la destruction d'arbres gîtes potentiels situés dans la zone d'emprise. Dans cette zone d'emprise, 7 espèces sont potentielles en gîte arboricole, en petits effectifs : le Murin à oreilles échancrées, la Pipistrelle pygmée, la Noctule de Leisler, le Murin de Daubenton, le Murin Cryptique, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune ;
- **La destruction d'habitat de gîte**, concomitante avec la destruction d'individus lors des travaux. En tout, 24 arbres gîtes potentiels et un patch de 5 arbres gîtes potentiels vont être détruits lors de la libération des emprises. Cela représente une perte d'habitat de gîte pour les espèces arboricoles, qui ne sont pas assurées de retrouver un gîte favorable à proximité de la zone d'emprise ;
- **La destruction d'habitat d'alimentation et de transit**, lors de la libération des emprises. Des milieux naturels ouverts et semi-ouverts vont être détruits, ce qui représente une perte d'habitat de chasse pour l'ensemble du cortège chiroptérologique. Au total, 19,6ha sont compris dans les emprises définitives ;
- **La destruction de corridors de chasse et transit**. Cette perte intervient lors des travaux de libération des emprises. En effet, les arbres et reliefs de la zone d'étude servent de guide lors des déplacements et chasse des chiroptères. Les espèces les plus touchées par cette destruction sont les espèces dépendantes des linéaires : Oreillard gris, Murins et Rhinolophes. Au total 2,6 km de corridors vont être détruit dans les emprises définitives ;
- **Le dérangement d'individus en phase travaux**. Ce dérangement cible les espèces en gîte dans et à proximité de la zone d'emprise : un gîte anthropique est en effet situé à proximité directe des travaux. Les espèces potentielles dans ces gîtes seront impactées par le bruit, l'activité humaine, les poussières ou encore les vibrations émises par les travaux de libération des emprises, puis par ceux de construction. Il existe aussi un risque d'abandon de gîte suite à ce dérangement. Les espèces concernées sont : le Murin à oreilles échancrées, le Grand rhinolophe, le groupe Petit/Grand murin, la Pipistrelle pygmée, la Sérotine commune, la Noctule de Leisler, le Murin Cryptique, le Murin de Daubenton, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et l'Oreillard gris ;
- **Altération d'habitats d'espèces**. La gestion des OLD qui implique une coupe rase de la strate arbustive va venir modifier l'habitat actuel en impliquant une perte de la ressource trophique dépendante des arbustes et de la strate herbacée. Les activités de chasse et de transit de l'ensemble des chiroptères y sera toujours possible mais les zones concernées par les OLD vont perdre en intérêt pour la chasse et le transit. Au total 466m de corridors et 13,3ha d'habitat d'alimentation et de transit sont compris dans les OLD du projet ;

En phase de fonctionnement du projet, les chiroptères ne seront pas soumis à de nouveaux impacts, les impacts bruts sont jugés très faibles pour toutes les espèces non lucifuges. Pour les espèces lucifuges, un impact lié aux éclairages est retenu ici, jugé faible toutefois.


Tableau 45. Impacts bruts du projet sur les chiroptères

Espèce concernée	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Déangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Fort	3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++	Faibles	Faibles
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Murin à oreilles échancrées* (<i>Myotis emarginatus</i>)	Fort	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Faibles
		2 (24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente	Locale	+		
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6	Indirect	Permanente	Locale	+		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		(13,3ha et 466m)						
Minioptère de Schreibers* (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Modéré	3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++	Très faibles	Très faibles
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		6 (25ha et 2,4km)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Molosse de Cestoni* (<i>Tadarida teniotis</i>)	Modéré	3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++	Très faibles	Très faibles
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Petit/Grand murin * (<i>Myotis blythii</i>)	Modéré	3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++	Faibles	Faibles
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Pipistrelle pygmée* (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	Modéré	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Très faibles



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		2 (24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente	Locale	+		
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Sérotine commune* (Eptesicus serotinus)	Modéré	3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++	Faibles	Très faibles
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Noctule de Leisler* (Nyctalus leisleri)	Modéré	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Très faibles



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)						
		Nature	Type	Durée	Portée			
		2 (24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente	Locale	+		
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Murin Cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)	Modéré	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Très faibles
		2 (24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente	Locale	+		
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Modéré	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Très faibles
		2 (24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente	Locale	+		
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	Faible	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Très faibles
		2 2	Indirect	Permanente	Locale	+		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		(24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)						
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Faible	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Très faibles
		2 (24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente	Locale	+		
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	Faible	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Locale	+++	Modérés	Très faibles
		2 (24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente	Locale	+		
		3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Oreillard gris* (<i>Plecotus austriacus</i>)	Faible	3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++	Faibles	
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		



Partie 3 : Evaluation des impacts

Espèce concernée	Enjeu zone d' étude	Impacts bruts 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				Intensité de l'impact	Évaluation globale des impacts bruts en phase de chantier	Évaluation globale des impacts bruts en phase de fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée			
		5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		
Vespère de Savi* (Hypsugo savii)	Faible	3 (19,6ha)	Indirect	Permanente	Locale	++	Très faibles	Très faibles
		4 (2,6km)	Indirect	Permanente	Locale	++		
		6 (13,3ha et 466m)	Indirect	Permanente	Locale	+		

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle



3. BILAN DES IMPACTS NOTABLES PRESENTIS DU PROJET

3.1. Habitats naturels et espèces

Concernant les habitats naturels, **les impacts bruts du projet sont jugés modérés sur 3 habitats** : les boisements de peupliers blancs et noirs et fourrés à tamaris, les fourrés ouest-méditerranéens de tamaris et les peupleraies à peupliers blancs. Du fait de leur caractère secondaire, des surfaces impactées ou de leur degré d'anthropisation, les impacts bruts sur les autres habitats sont jugés faibles, voire très faibles à nuls.

Pour la flore, les impacts bruts du projet sont **modérés** pour la **Saladelle dure**, avec une station de 75 à 100 individus détruite, et très faibles pour la **Canne de Ravenne**, avec la destruction d'une station d'un individu connu à ce jour.

Concernant les **invertébrés**, le projet entrainera **en phase de chantier la destruction d'habitat de reproduction** pour le **Sphinx de l'Argousier** avec la destruction de sa plante-hôte – la destruction d'habitat de reproduction touchera aussi **Anomala ausonia**, dépendant du bois mort ; il entrainera également la **destruction d'habitat d'espèce** de plusieurs espèces potentielles en milieux psammophiles (Le **Criquet des dunes**, l'**Œdipode occitane**, le **Caloptène occitan**) et en milieux de jonchaie (**Decticelle à serpe**) ; le projet entrainera également la **destruction d'individus** de ces différentes espèces (effectifs non évaluables) ; enfin, le projet provoquera une **altération des habitats de ces espèces et de reproduction** par l'ouverture des OLD, le Sphinx de l'Argousier sera la plus sensible car sa plante-hôte sera soumise à des coupes. Ainsi **en phase de chantier**, le projet aura des **impacts bruts modérés** sur le **Sphinx de l'Argousier** et **faibles** sur le **Criquet des dunes**, l'**Œdipode occitane**, le **Caloptène occitan**, **Anomala ausonia** et la **Decticelle à serpe**.

En **phase de fonctionnement**, des **impacts bruts faibles** sont pressentis sur l'ensemble de ces espèces, plutôt mobiles par écrasement d'individus (circulation routière) et avec l'entretien des espaces OLD.

Pour le **Leste à grands stigmas**, l'**Hespérie de la Ballote**, et le **Grillon maritime**, **aucun impact brut direct ou indirect sur les populations connues n'est à craindre avec l'implantation retenue** (aucun habitat d'espèce et de reproduction au sein des emprises finales).

Concernant les **amphibiens**, le projet provoquera en phase chantier de la destruction et de l'altération à la fois d'habitat de reproduction et de phase terrestre, ainsi que de la destruction d'individus, tous stades confondus (imagos, têtards, pontes). Au regard des surfaces et effectifs concernés, **l'impact brut en phase chantier est jugé fort pour le Pélodyte ponctué**, dont les populations à l'échelle de zone d'étude ont déjà été nettement fragilisées par les différents aménagements industriels dans le golfe de Fos-sur-Mer, et **modéré sur le reste du cortège batrachologique local (Grenouille du complexe Pérez/Graf, Crapaud calamite, Rainette méridionale)**. En phase de fonctionnement, **l'impact brut est jugé très faible pour l'ensemble des espèces d'amphibiens**, et concerne le risque d'écrasement sur les voies de circulation.

Concernant les **reptiles**, le projet provoquera en phase chantier de la destruction et de l'altération d'habitat d'espèce, ainsi que de la destruction d'individus. Au regard des surfaces et effectifs concernés, **l'impact brut en phase chantier est jugé modéré pour la Coronelle girondine, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier, la Couleuvre vipérine et la Couleuvre helvétique** et **faible pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie**. En **phase de fonctionnement**, le projet induira un risque de destruction sur les voies de circulation ainsi que lors de l'entretien des OLD. **L'impact brut en phase de fonctionnement est donc jugé faible pour la Coronelle girondine, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier, la Couleuvre vipérine et la Couleuvre helvétique**, et **très faible pour le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie**, pour lesquels le risque de destruction est plus limité que pour les couleuvres.

Concernant les oiseaux, les impacts les plus importants concernent les quatorze espèces d'oiseaux jugées nicheuses au sein et à proximité immédiate de l'emprise du projet. **Ils sont jugés modérés pour le Rollier d'Europe, l'Œdicnème criard, la Huppe fasciée, l'Effraie des clochers, le Tadorne de Belon, le Coucou geai, le Petit-duc scops, le Cochevis huppé, le Faucon hobereau, la Cisticole des joncs, le Buse variable, le Pic épeichette, le Verdier d'Europe, l'Epervier d'Europe et le Milan noir** en raison d'une destruction d'habitat d'espèce (alimentation et nidification), par une possible destruction directe et/ou indirecte d'individus et par les dérangements inhérents aux phases chantiers et exploitation ;

Les impacts sont jugés très faibles pour l'Huîtrier-Pie car le seul impact pressenti est du dérangement en alimentation et en dehors d'un site de reproduction.



Concernant le **Guêpier d'Europe**, il est pressenti du dérangement en alimentation ainsi que la perte d'habitat d'alimentation, mais il n'y a pas de colonie à proximité immédiate de la zone d'étude. Les impacts bruts en phase de chantier sont **donc jugés faibles** pour cette espèce.

Le cortège nicheur des oiseaux communs protégés (**la Bouscarle de Cetti, le Chardonneret élégant, la Fauvette mélanocéphale, Le Pinson des arbres, le Pouillot véloce, le Rouge-queue noir, le Rougegorge familier, la Mésange bleue, la Mésange charbonnière, le Moineau domestique, le Pic vert, le Rossignol philomèle et la Mésange à longue queue**) est également concerné par un **impact jugé modéré**.

La zone d'emprise joue également un rôle dans la recherche alimentaire et/ou en halte migratoire du **Busard des roseaux, la Bondrée apivore, le Bruant proyer, le Busard Saint-Martin, le Chevalier guignette, la Fauvette à lunettes, la Fauvette grisette, l'Hirondelle rustique, le Martin-pêcheur et la Pie-grièche à tête rousse**. **L'impact du projet est jugé faible** pour ces espèces en raison d'une destruction/altération d'habitat d'alimentation et des dérangements inhérents aux phases chantiers et exploitation.

Concernant les mammifères terrestres, la mise en œuvre du projet entraînera des **impacts bruts modérés** pour le **Putois d'Europe, le Lapin de garenne, le Hérisson d'Europe, le Campagnol provençal et la Crocidure des jardins** durant la phase de chantier. Pour l'**Écureuil roux** et le **Rat des moissons**, les **impacts bruts sont jugés faibles**.

L'ensemble des espèces est concerné par un risque de destruction d'individus. La destruction d'habitats de reproduction et de repos constitue, après la destruction d'individus, l'impact brut le plus significatif. Elle se traduit notamment par une perte d'environ 15 hectares d'habitats pour la Crocidure des jardins, le Putois d'Europe et le Lapin de garenne. Des études menées en Camargue, dans des milieux comparables à ceux de la zone d'étude, estiment une densité d'environ 5 lapins par hectare et près de 2 garennes par hectare. Sur cette base, la zone d'emprise pourrait accueillir environ 75 lapins, répartis au sein d'une trentaine de garennes. Cette population de Lapin de garenne joue un rôle d'ingénieur écologique, en favorisant la présence de nombreuses autres espèces. Son activité de pâturage contribue au maintien des milieux ouverts, favorisant ainsi la diversité floristique et le développement des espèces associées. Par ailleurs, le creusement de terriers offre des refuges pour le Putois d'Europe ainsi que pour l'herpétofaune (amphibiens et reptiles). Cette population constitue également une ressource alimentaire importante pour de nombreux prédateurs fréquentant la zone d'emprise (rapaces, serpents, etc.). La perte de cette population, liée à la destruction d'individus et d'habitats de reproduction lors des travaux, pourrait ainsi entraîner des répercussions sur plusieurs espèces, qu'elles soient présentes sur le site ou qu'elles utilisent la zone comme secteur d'alimentation.

En **phase de fonctionnement**, les **impacts bruts** sont jugés **faibles à très faibles** pour les mammifères terrestres.

Concernant **les chiroptères**, les espèces arboricoles subiront des impacts bruts **modérés** en phase de travaux, au vu du risque de destruction d'individus, de la perte d'habitat de gîte (22 arbres gîtes potentiels en emprise + OLD) et de la destruction/altération d'habitats d'alimentation et de transit. Les espèces anthropophiles qui vont subir un dérangement d'individus en gîte en plus de la perte et l'altération d'habitat de chasse et de transit subiront des impacts bruts jugés **faibles** en phase de chantier. Les autres espèces non susceptibles de se trouver en gîte dans la zone d'emprise subiront des impacts bruts **très faibles**. En phase de fonctionnement, l'ensemble des espèces non lucifuges de la zone d'étude subiront des impacts **très faibles** et les espèces lucifuges subiront un impact **faible**.

3.2. Fonctionnalités écologiques

La zone d'étude s'insère dans une vaste plaine littorale et estuarienne, le Golfe de Fos, abritant une biodiversité remarquable à la croisée de trois grands écosystèmes : la Camargue, la Crau et les Alpilles et sur une route migratoire des oiseaux.

Avant les aménagements portuaires commencés dans les années 1960, ce secteur était composé de milieux littoraux. Aujourd'hui ces milieux se maintiennent partiellement au sein du tissu industriel en constant aménagement.

De nombreuses études faune-flore sur le môle central réalisées ces dix dernières années (Innovex, Neocarb, Gravithy, Mistral, Carbon, H4, RTE Minéralier etc.) ont mis en évidence, que malgré l'aménagement industriel du golfe, il subsiste de nombreux milieux naturels relictuels mais aussi qu'à la suite du creusement de la darse 1 et du dépôt des remblais sédimentaires pour rehausser les terrains socles de la ZIP, des habitats naturels littoraux se sont

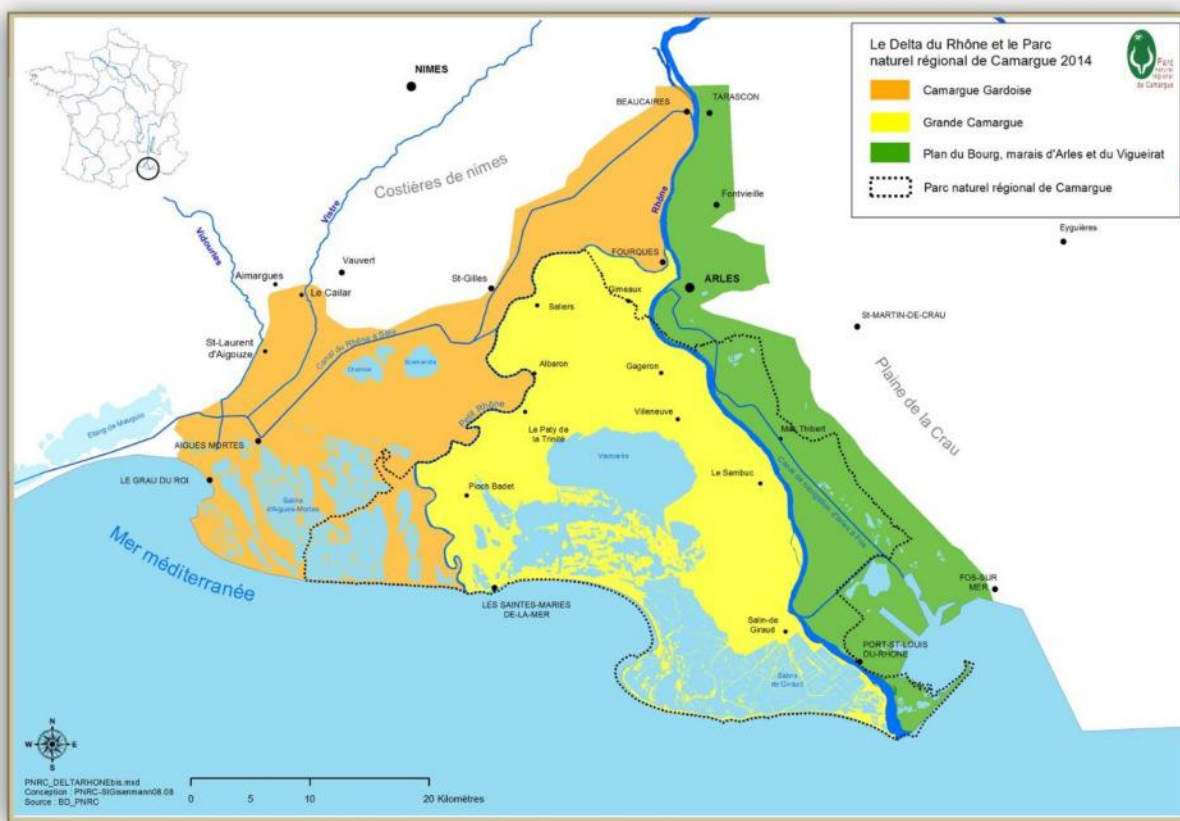
reconstitués et, avec eux, une faune et une flore patrimoniales riches s'est réinstallée, d'importance pour la conservation de plusieurs espèces locales à faibles capacités de dispersion (flore, insectes, amphibiens).

L'usine Marcegaglia construite dès 1973 constitue le plus gros noyau industriel au cœur du môle central. L'installation a réduit les fonctionnalités écologiques du môle central entre le nord et le sud de l'usine en fragmentant la future entité écologique qui s'est développée tout au long des 50 dernières années à la suite du dépôt des remblais de la darse. De fait, l'extension de l'usine au sud, ne créera pas de nouvelle césure écologique, mais simplement une extension de la césure déjà présente depuis les années 1970. **C'est pourquoi les emprises du projet Mistral n'auront qu'un impact très faible sur les continuités et fonctionnalités écologiques présentes au niveau du môle central du Caban sud.**

L'implantation de l'usine Marcegaglia actuelle et le futur projet Mistral se situent dans un contexte écologique local isolé. Ainsi, l'analyse des fonctionnalités écologiques permet de constater que le projet Mistral est entouré d'impasses écologiques : l'usine actuelle Marcegaglia au nord, la darse (eau de mer) à l'est, projet Gravithy/canal de drainage de grande dimension au sud puis la mer au sud et à l'ouest, la future voie ferrée Marcegaglia, la future desserte locale du GPM, la voie ferrée SNCF, le canal qui se prolonge au sud, puis la route du quai minéralier. Au regard de cet ensemble d'éléments d'aménagement de la ZIP de Fos, la zone Mistral peut être considérée comme écologiquement isolé. Aucun aménagement de déclouonnement de semble pertinent (passage sous voirie possible, mais les canaux rendent le déplacement au-delà impossible pour la faune du sol (les amphibiens notamment).

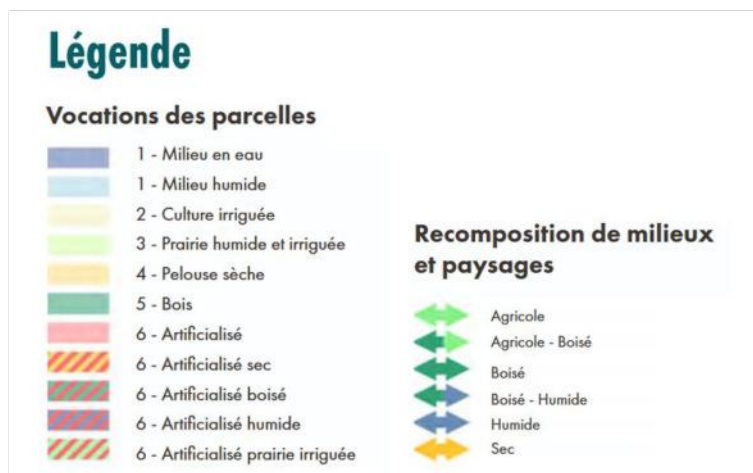
Au sein de la ZIP de Fos, le môle central dans sa globalité avait été jugé de faible intérêt écologique dans le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) élaboré par le Grand Port Maritime de Marseille (GPM). Le projet Mistral aura un impact très limité sur le territoire de la ZIP, d'autant que les habitats concernés par le projet sont en grande partie déjà très dégradés du fait de l'activité passée et actuelle de l'usine.

A l'échelle du delta du Rhône, comprenant la Grande Camargue, la Camargue gardoise et les marais d'Arles et du Vigueirat (cf. carte ci-dessous) dans lequel se situe le projet, delta totalisant environ 400 000 ha de milieux d'affinité essentiellement humides (milieux naturels ou agricoles), le projet Mistral ne va générer aucune atteinte sur les fonctionnalités globales de cet écosystème dans son ensemble.



Parc naturel régional de Camargue - SIT des PNR PACA - www.pnrpaca.org

Carte 58 : Grands secteurs naturels du delta du Rhône (source : Parc naturel régional de Camargue)



Sources utilisées :

-  oiseaux et chauves-souris toutes espèces - corridor à réparer (suivis annuels éoliennes, Synergis & CNR + rapport suivi, Vensolair, juil. 2025)
-  Oiseaux, chiroptères et flore – corridor à préserver d’une centaine de mètre en bordure de darse (avis CNPN Carbon, sept. 2024)
-  amphibiens – corridor à réparer (Naturalia & SNCF réseau, nov. 2025 + Tour du Valat, AGIR Ecologique & Naturalia, juin 2019)
-  amphibiens : pélobate cultripède, crapaud calamite, rainette méridionale - corridors réparés (Naturalia & SNCF réseau, nov. 2025 + projet ZSP2)
-  oiseaux couloir de migration – corridor à préserver (migration atlas, consult avril 2026)

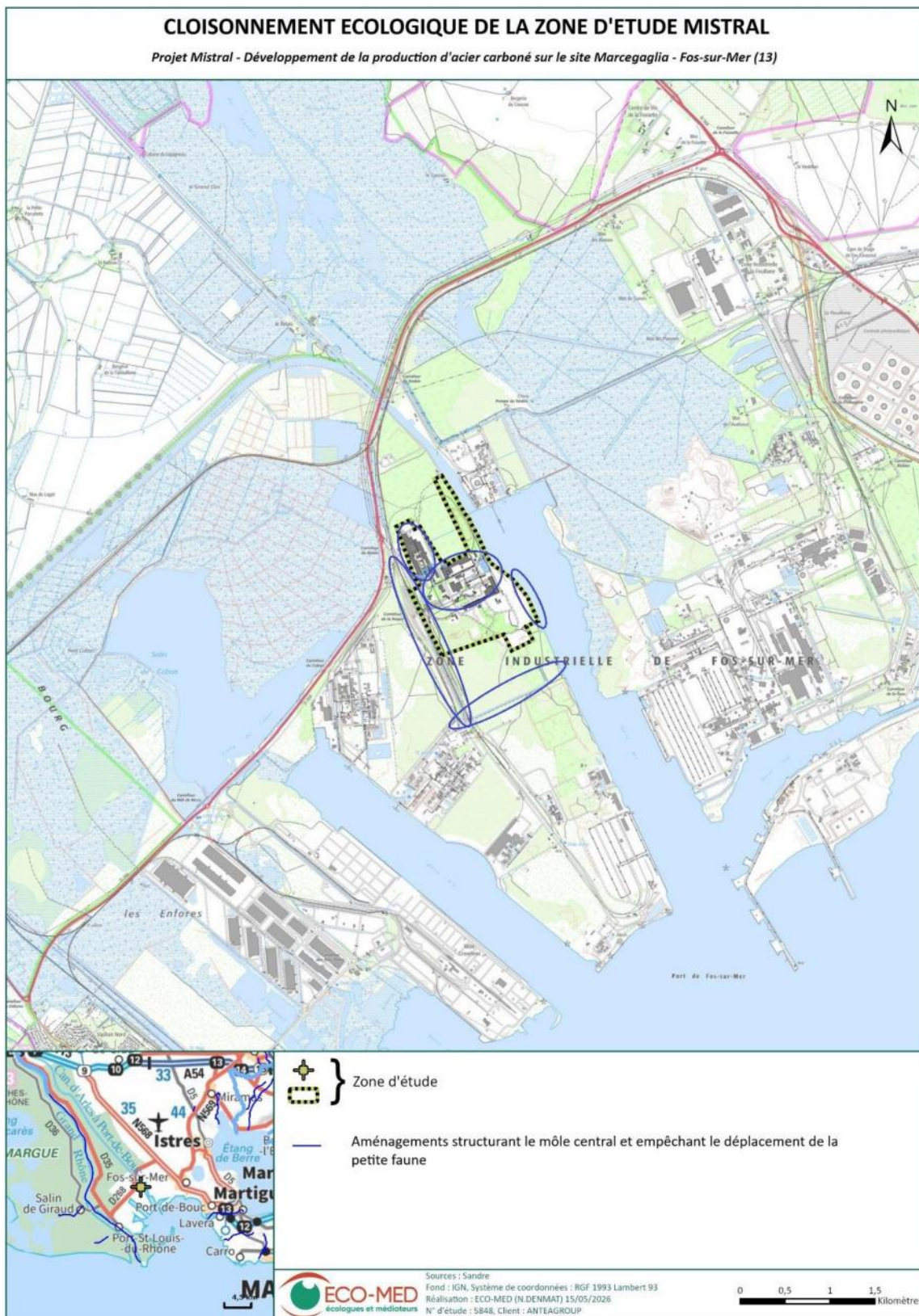
Carte 59 : Étude de territorialisation des enjeux écologiques et paysagers autour de la ZIP de Fos : focus sur les corridors à réparer et fonctionnels

La carte ci-dessus permet de visualiser les principales fonctionnalités écologiques encore actives ou à réparer dans la ZIP de Fos et en particulier autour du môle central.



Partie 3 : Evaluation des impacts

ECOMED considère que le projet Mistral est actuellement enclavé au sein du môle central, cet isolement écologique pour la plupart des espèces terrestres (non volantes), parait une limite à vouloir reconnecter les écosystèmes de Mistral aux quelques espaces encore fonctionnels au sud, à l'ouest et au nord. En revanche, tout la côte est (darse) doit être préservée au maximum (cf ligne 25). Les écologues ont recherché en vain des continuités écologiques à recréer, notamment au sud-ouest au site. Toutefois, elles menaient toutes à des impasses écologiques à cause des infrastructures linéaires créant des barrières anthropiques infranchissables.



Carte 60 : Localisation des secteurs aménagés rendant le déplacement de la petite faune impossible



PARTIE 4 : MESURES D'ATTENUATION



1. APPROCHE METHODOLOGIQUE

L'article L.122-3 du Code de l'Environnement prévoit plusieurs types de mesures qui doivent être précisées dans l'étude d'impact «...*les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les incidences négatives notables sur l'environnement...*».

Les **mesures d'atténuation** qui visent à limiter les impacts négatifs d'un projet comprennent les mesures d'évitement et les mesures de réduction.

La mise en place des **mesures d'évitement** correspond à l'alternative au projet de moindre impact. En d'autres termes, elles impliquent une révision du projet initial notamment en reconsidérant les zones d'aménagement et d'exploitation. Ces mesures permettront d'éviter les impacts négatifs sur le milieu naturel et/ou les espèces exposés. Elles sont à privilégier.

Les **mesures de réduction** interviennent lorsque les mesures d'évitement ne sont pas envisageables. Elles permettent de limiter les impacts pressentis relatifs au projet.

Les mesures d'atténuation consistent essentiellement à modifier certains aspects du projet afin de supprimer ou de réduire ses effets négatifs sur l'environnement. Les modifications peuvent porter sur trois aspects du projet :

- sa conception ;
- son calendrier de mise en œuvre et de déroulement ;
- son lieu d'implantation.



2. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

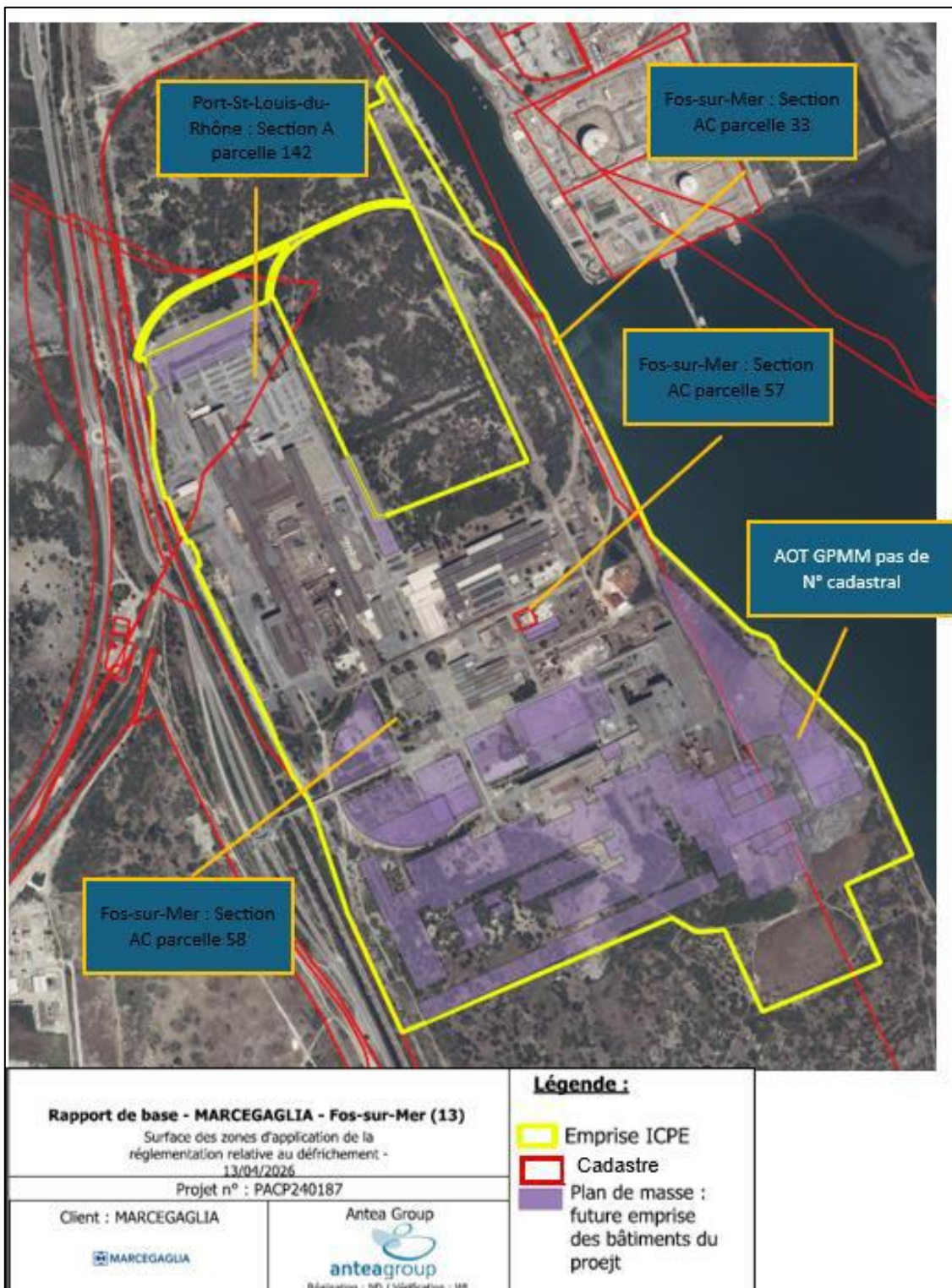
Les mesures d'évitement et de réduction peuvent être de plusieurs types :

- **Évitement/réduction amont**, permettant d'aboutir à la variante retenue,
- **Évitement/réduction géographique**, une fois la variante retenue, il s'agit par exemple d'un balisage et d'un évitement d'une station protégée,
- **Évitement/réduction technique**, comme ne pas utiliser de produit phytosanitaire,
- **Évitement/réduction temporel**, comme le calendrier de travaux.

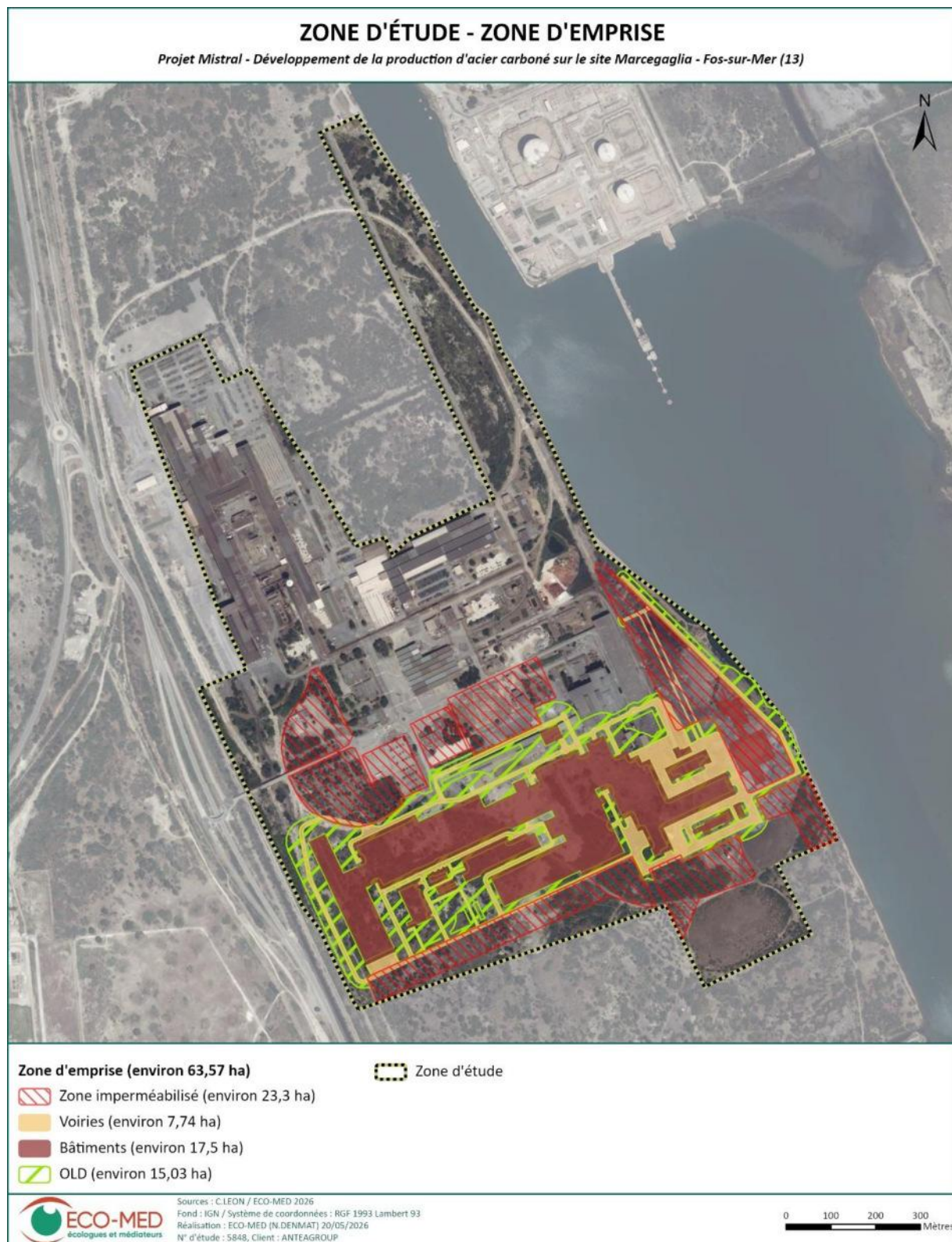
2.1. Séquence itérative amont : aboutissement à la variante d'implantation retenue

Le pétitionnaire a travaillé plusieurs mois voire années sur la définition de son plan de masse projet, à l'échelle de son périmètre ICPE et de l'usine actuelle. Avec l'aide de diagnostics écologiques globaux, il s'est dégagé que le secteur nord-est de l'ICPE présentait un potentiel écologique notable, bien que dégradé. **Cette zone a ainsi bénéficié d'une exclusion de la zone projet MISTRAL.**

Par la suite, le projet a été remodelé pour se concentrer dans le secteur sud du périmètre ICPE pour obtenir la variante du plan de masse sur laquelle est basée l'évaluation des impacts.



Carte 61 : Parcelles cadastrales du périmètre ICPE et projection du plan de masse (source ANTEA GROUP)



Carte 62 : Emprises des différents types d'aménagements et localisation des OLD

2.2. Mesures de réduction

- **Mesure R1 : Adaptation du calendrier de démarrage des travaux de défrichement en fonction de la phénologie des espèces**



Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces à enjeu				Code de la mesure : R1																													
				Lien avec autres mesure :																													
E	R	C	A	R3.1a - Adaptation de la période des travaux sur l'année																													
Thématique environnementale :			Milieux naturels		Paysage		Air / Bruit																										
Objectif de la mesure : Cette mesure a pour objectif d'éviter, ou du moins réduire la probabilité de destruction d'individus en période de reproduction et de limiter les effets du dérangement. Le maître d'ouvrage s'engage à respecter cette mesure telle qu'elle est présentée ci-dessous.																																	
Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Invertébrés, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères</i>																																	
Méthode : Travaux de défrichement : à prévoir durant la période de moindre sensibilité des différents compartiments biologiques, soit durant le mois d'octobre (voire de mi-septembre à novembre si le défrichement ne peut être réalisé en un mois) . Autres travaux : dans la continuité des travaux précédents. Eviter toute interruption de longue durée afin de minimiser les risques de recolonisation par des espèces pionnières ou opportunistes.																																	
Calendrier de la mesure : <u>Invertébrés :</u> Périodes plus sensibles : printemps + été + début automne <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mois</th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sensibilité écologique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Période de grande sensibilité (émergence, reproduction, ponte, mise bas, émancipation des jeunes) Période de sensibilité moyenne (formes en dormance : chrysalides, œufs - hibernation des imagos)								Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Sensibilité écologique												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																					
Sensibilité écologique																																	
<u>Amphibiens / Reptiles :</u> Pour les amphibiens et les reptiles les sensibilités les plus importantes correspondent aux périodes de reproduction (mars à juin), de dispersion des juvéniles (période estivale) et de diapause (hibernation et estivation). Il conviendra donc d'éviter en priorité ces périodes lors des travaux de libération des emprises et de débiter ces derniers entre mi-septembre et la fin du mois d'octobre. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mois</th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sensibilité écologique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Sensibilité écologique												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																					
Sensibilité écologique																																	
<u>Oiseaux :</u> Concernant les <u>oiseaux</u> , la sensibilité est plus élevée en période de nidification que lors des autres périodes du cycle biologique (migration, hivernage, etc.). De façon générale également, cette période de nidification s'étend du mois de mars pour les espèces les plus précoces (Cisticole des joncs, Œdicnème criard) au mois de septembre inclus pour les espèces les plus tardives (Faucon hobereau). Aussi, il est préconisé de ne pas démarrer les travaux de libération des emprises (défrichement/terrassement) ou, à défaut, de construction, à cette époque de l'année, ce qui entraînerait une possible destruction de nichées (œufs ou juvéniles non volants) d'espèces à enjeu et/ou protégées et un dérangement notable sur les espèces en cours de reproduction. Cette mesure sera d'autant plus efficace pour les espèces migratrices qui passent l'hiver en Afrique. Un démarrage des travaux durant cette période ne les affectera pas. Une fois débutés en dehors de cette période, les travaux de préparation du terrain peuvent être poursuivis même durant la période de reproduction uniquement si les travaux s'effectuent <u>sans interruption</u> . En																																	



Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces à enjeu		Code de la mesure : R1	
		Lien avec autres mesure :	

effet, les oiseaux, de retour de leurs quartiers d'hivernage africains et/ou sédentaires, ne s'installeront pas dans le secteur du chantier, du fait des perturbations engendrées.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique vis-à-vis des oiseaux				Reproduction								

	Période sans sensibilité notable
	Période pendant laquelle des précautions sont à prendre en considération
	Période sensible

Mammifères terrestres :

Les périodes sensibles pour les six espèces considérées présentes dans la zone d'étude, Putois d'Europe, Crocidure des Jardins, Hérisson d'Europe, Lapin de garenne, Rat des moissons et Campagnol provençal, se situent principalement au printemps et en été (de **mars à septembre**). Ces périodes correspondent aux phases de reproduction et d'élevage des jeunes. Il est donc fortement recommandé d'éviter tout démarrage de travaux durant cette période afin d'éviter la destruction des nids, gîtes et individus.

L'hivernation, qui s'étend de décembre à février, constitue une autre période sensible pour le Hérisson d'Europe, durant laquelle les individus entrent en léthargie au sol. Il est donc crucial de prendre des précautions spécifiques en fonction des travaux à effectuer.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Hibernation		Reproduction et élevage des jeunes									

Chiroptères :

Périodes sensibles : printemps + été + hiver

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Hibernation										Hibernation	


Points de vigilance

La phénologie des espèces est calée sur la température moyenne extérieure quelle que soit la localisation et quelle que soit l'espèce considérée. La phénologie considérée est donc toujours théorique et il peut être nécessaire de procéder à des ajustements par rapport à un calendrier prévisionnel.


Estimation financière

Mesure : Intégrée au coût global du projet	Pour mémoire (p.m.)
---	---------------------

■ Mesure R2 : Défavorabilisation écologique en faveur de l'herpétofaune et des mammifères terrestres

Défavorabilisation écologique en faveur l'herpétofaune et des mammifères terrestres				Code de la mesure : R2	
				Lien avec autres mesure : R3	
E	R	C	A	R2.1.i. Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation.	
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage
				Air / Bruit / Lumière	



Défavorabilisation écologique en faveur l'herpétofaune et des mammifères terrestres				Code de la mesure : R2
				Lien avec autres mesure : R3
E	R	C	A	R2.1.i. Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation.
 Objectif de la mesure : – Limiter le risque de destruction d'individus (tous stades confondus) durant la phase travaux – Rendre la zone défavorable à la colonisation des amphibiens et des reptiles				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Amphibiens : Toutes les espèces Reptiles : Toutes les espèces Mammifères terrestres : Tous les espèces				
 Contexte : Les blocs rocheux, décombres anthropiques, tas de bois présents sur la zone d'étude constituent des gîtes favorables à la petite faune (reptiles, amphibiens, micromammifères), notamment en période de reproduction et d'hivernage. Dans l'éventualité où les impacts du projet ne peuvent éviter la destruction de telles structures, il conviendra de les retirer des emprises afin de rendre ces dernières écologiquement défavorables avant le début des travaux. Cette opération consistera à retirer les gîtes les plus grossiers de la zone de travaux et ses abords afin que les individus ne puissent pas s'y réfugier lors des dérangements provoqués par les travaux, et qu'ils ne soient détruits par la suite. Les gîtes pourront par la suite être reconstruits en périphérie de la zone concernée par le projet et/ou au sein de la zone compensatoire.				
 Méthode : ➤ Etape 1 : Nature des gîtes à défavorabiliser Les gîtes potentiels repérés sont des éléments offrant des lieux d'insolation et des refuges attractifs à l'herpétofaune et la faune mammalienne. Sur la zone d'étude, des décombres anthropiques, des plaques de bétons et de bitume ont été identifiés et géoréférencés lors du passage de l'herpétologue et seront à défavorabiliser pour diminuer le risque de destruction d'individus en gîtes au sein de ces structures. Les gîtes ainsi localisés devront être démontés avant les périodes d'hibernation des espèces pour limiter le risque de destruction d'individus lors de cette période à risque. Gîtes exploités par les espèces L.SERANNE, 04/03/2026, Fos-sur-Mer (13) ➤ Etape 2 : Démontage des gîtes et éléments attractifs pour l'herpétofaune Démontage manuel : Une intervention manuelle (gants, barre à mine), voire à l'aide de petits engins (mini-pelle, pince à sucre, etc.), sera privilégiée afin d'éviter, ou du moins de limiter autant que possible, le risque de destruction d'individus. Au fur et à mesure du démontage, des captures de sauvetage pourront être réalisées, avec remise en liberté immédiate des individus hors de l'emprise des travaux. Les éléments extraits de la zone d'emprise seront déposés en lisière, dans des espaces préservés des travaux.				



Défavorabilisation écologique en faveur l'herpétofaune et des mammifères terrestres					Code de la mesure : R2																																					
					Lien avec autres mesure : R3																																					
E	R	C	A	R2.1.i. Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation.																																						
L'ensemble de ces opérations sera réalisé <i>in situ</i> par l'entreprise en charge des travaux, sous la coordination d'un écologue. Compte tenu de la nature des structures à démonter et afin d'assurer la bonne conservation des reptiles locaux potentiellement réfugiés dans ces gîtes, un herpétologue sera mobilisé pour optimiser l'encadrement et la surveillance des opérations.																																										
➤ Etape 3 : Remontage des gîtes sur les sites d'accueil																																										
Les éléments déplacés par le projet devront être, autant que possible, réorganisés de manière structurée afin d'offrir une diversité d'interstices exploitables par les amphibiens, les reptiles et les micromammifères. Leur reconstruction devra être réalisée de préférence manuellement, en veillant à une orientation favorable, idéalement exposée au sud-est globalement dans les zones ouvertes périphériques à la zone d'emprise du projet ou sur la zone de compensation. Ce déplacement devant être définitif, une vérification du foncier alentour devra être menée afin d'éviter toute perturbation post-défavorabilisation (pas de recréation de gîte en terrain privé par exemple en l'absence de contact préalable avec le propriétaire).																																										
Des sites d'accueil ont pu être identifiés dans les parcelles compensatoires de l'étang de l'oiseau et du Bras mort. Ils sont localisés dans les secteurs préservés de tous travaux de restauration écologique (Zone de tamariçaise et pelouse psammophile au sud de la parcelle étang de l'oiseau notamment).																																										
 Matériel nécessaire :																																										
- Pelle mécanique - Boîtes / Sacs de transport des individus - Cartes avec ortho photos et localisation des gîtes concernés au 2500^{ème} max (idéalement 500^{ème}) - Matériel de contrôle : endoscope, lampe torche etc. - Matériel de balisage (étape 1) : Cordelette de chantier, piquets etc. - Outils de balisage : gants, barre à mine, couteau/ciseaux, chaussures de protection – en zone de travaux : casque et gilet orange - Matériel de défavorabilisation : brouette, pioche, barre à mine etc.																																										
 Points de vigilance :																																										
Demande de CERFA : le dérangement d'individus d'espèces protégées et la destruction de leurs habitats est interdite par la loi et demandera de ce fait une démarche administrative (CERFA) : Demande de dérogation pour la destruction, l'altération, ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées (Formulaire 13 614*01) et Demande d'autorisation de perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces animales protégées (Formulaire 13 616*01).																																										
 Calendrier de la mesure :																																										
L'opération devra se dérouler avant la période de travaux. Les périodes sensibles pour les reptiles sont les périodes de reproduction/ponte (mars à août) et les périodes d'hivernage (mi-novembre à février).																																										
L'opération devra donc se dérouler à l'automne, date à laquelle les reptiles sont toujours actifs et les pontes écloses.																																										
<table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>							J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																								
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																															
<table><tr><td></td><td colspan="11">Période de grande sensibilité (émergence, reproduction, ponte, mise bas, émancipation des jeunes)</td></tr><tr><td></td><td colspan="11">Période de sensibilité moyenne (dispersion, hibernation)</td></tr><tr><td></td><td colspan="11">Période de faible sensibilité</td></tr></table>								Période de grande sensibilité (émergence, reproduction, ponte, mise bas, émancipation des jeunes)												Période de sensibilité moyenne (dispersion, hibernation)												Période de faible sensibilité										
	Période de grande sensibilité (émergence, reproduction, ponte, mise bas, émancipation des jeunes)																																									
	Période de sensibilité moyenne (dispersion, hibernation)																																									
	Période de faible sensibilité																																									
Par ailleurs, l'opération se fera aux heures les plus chaudes de la journée (donc de plus grande mobilité des individus), à partir de 10h, pour accroître la possibilité de fuite.																																										
Estimation financière																																										



Défavorabilisation écologique en faveur l'herpétofaune et des mammifères terrestres				Code de la mesure : R2
				Lien avec autres mesure : R3
E	R	C	A	R2.1.i. Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation.
Action		Prix unitaire		Prix total HT
Pelle mécanique		Inclus dans le coût du chantier		p.m.
Matériel AMO		Inclus dans la mission AMO		p.m.
Encadrement par un expert écologue		Inclus dans la mission d'encadrement AMO		p.m.

■ Mesure R3 : Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux

Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux				Code de la mesure : R3
				Lien avec autres mesure : R2
E	R	C	A	R2.1.o. Prélèvement ou sauvetage avant destruction de spécimens d'espèces – Espèce(s) à préciser
Thématique environnementale :		Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit / Lumière
 Objectif de la mesure : Cette mesure a pour objectif, en complément de la mesure de défavorabilisation, de limiter de risque de destruction de la petite faune protégée (amphibiens, Hérisson d'Europe) utilisant des gîtes impossible à défavorabiliser. À titre d'exemple, certaines espèces d'amphibiens, comme le Crapaud calamite, ont tendance à s'enfouir dans les sols sablonneux. Il conviendra donc de réaliser des sessions de sauvetage nocturnes en amont du démarrage des travaux afin d'extraire les individus des emprises.				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Amphibiens : principalement Crapaud calamite et Pélodyte ponctué, Grenouille du complexe Pérez/Graf, Rainette méridionale, Pélobate cultripède (faiblement potentiel) Mammifères terrestres : Hérisson d'Europe				
 Contexte : Lors des différentes campagnes d'inventaires, le Crapaud calamite et le Pélodyte ponctué ont été avérés au sein de la zone d'emprise, avec notamment des indices de reproduction (têtards). Le sauvetage d'individus est donc envisagé afin de réduire au maximum le risque de destruction d'individus et donc les impacts du projet sur ces espèces, et éventuellement sur les autres espèces d'amphibiens pouvant être présentes au sein des emprises. La zone d'emprise comprend de nombreux gîtes favorables à la présence du Hérisson d'Europe, notamment pour l'hibernation. Elle fonctionne probablement comme une zone d'hibernation pour la population résiduelle présente sur le môle central. Cette espèce nocturne est difficilement observable en journée et présente de faibles densités, ce qui réduit encore sa détectabilité. Il est important de préciser ici que cette mesure ne permettra pas d'annihiler complètement le risque de destruction d'individus (amphibiens et Hérisson d'Europe) et ne pourra pas être considérée exhaustive. En revanche, elle permettra tout de même de réduire grandement cette destruction potentielle.				
 Méthode : ➤ Étape 1 : Demande de CERFA La manipulation d'espèces protégées est interdite par la loi et demandera de ce fait une démarche administrative de demande CERFA : Demande de dérogation pour la capture, l'enlèvement, la destruction, la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces animales protégées (Formulaire 11629*01).				



Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux					Code de la mesure : R3
					Lien avec autres mesure : R2
E	R	C	A	R2.1.o. Prélèvement ou sauvetage avant destruction de spécimens d'espèces – Espèce(s) à préciser	
Cette autorisation sera à obtenir dans le cadre de l'implantation du projet. ➤ Étape 2 : Sauvetage des individus Dans un premier temps, les emprises devront être clôturées à l'aide de bâches et de piquets afin de les rendre imperméables vis-à-vis des habitats environnants. La bâche devra être enterrée en profondeur (environ 30 cm) compte tenu de la capacité de certaines espèces d'amphibien à creuser les sols meubles. Au regard de la présence de lapins au sein du site concerné par la mesure, la pose d'une double clôture est fortement recommandée afin d'éviter que ces derniers ne fassent des trous dans le dispositif. Le système d'étanchéité devra être maintenu tout au long de la phase de libération des emprises. Des contrôles seront réalisés afin de vérifier le bon état de la clôture. Une fois les emprises rendues imperméables aux échanges avec le milieu extérieur, plusieurs sessions nocturnes de sauvetage seront réalisées lors de conditions météorologiques favorables à la détection des amphibiens (temps pluvieux ou humide, absence de vent), afin de sortir les individus présents en phase terrestre au sein des emprises. Les individus contactés seront capturés à la main à l'aide de gants en nitrile et rapidement relâchés en dehors des emprises. Dans l'éventualité où le relâché immédiat n'est pas possible (lieu de capture distant de la clôture), les individus seront conservés dans des bacs en plastique ou des seaux. Afin de ne pas créer de stress supplémentaire, un nombre restreint d'individus sera privilégié par contenant, et des contenants différents seront utilisés si différentes espèces sont contactées. Le Hérisson d'Europe étant une espèce plutôt nocturne, les sessions de capture mises en place pour les amphibiens pourront également être utilisées pour détecter et capturer les individus potentiellement présents au sein de la zone d'emprise. L'activité de l'espèce est fortement influencée par les conditions météorologiques. Elle est généralement maximale lorsque les températures sont élevées, que le temps est nuageux, accompagné de précipitations légères et d'une forte hygrométrie. Ces conditions favorisent également l'émergence de la majorité des proies du Hérisson d'Europe. Afin d'optimiser la détection et la capture des individus, des placettes d'appâtage, constituées de croquettes pour chat ou chien, pourront être mises en place au sein de la zone d'emprise. Ces dispositifs permettront d'attirer les hérissons vers des zones où leur capture sera facilitée. Les individus contactés seront capturés manuellement à l'aide de gants de manipulation adaptés, puis placés dans des boîtes de transport opaques contenant de la paille, de la nourriture et une source d'eau, afin de limiter le stress lié à la manipulation. Un total de 3 sessions de sauvetage nocturnes en binôme est préconisé. Ces dernières devront être réalisées en amont du démarrage des travaux de libération des emprises (mi-septembre à mi-octobre). Dans l'éventualité où, lors de la dernière session de capture, des individus soient encore observés, des sessions supplémentaires devront être envisagées (hormis pour la Rainette méridionale pour laquelle il est difficile de rendre la zone d'emprise hermétique par la pose d'une clôture car cette espèce possède de bonnes capacités de franchissement d'obstacles verticaux). Afin d'éviter tout risque de contamination par de pathogènes, le matériel utilisé (bacs en plastique, seaux) sera systématiquement désinfecté (Virkon ou alcool) à l'issue de chaque session de sauvetage. ➤ Étape 3 : Relâché des individus sauvés : Les individus qui auront été épargnés avant les travaux seront relâchés dans des secteurs favorables et sécurisés. Des sites d'accueil ont pu être identifiés dans les parcelles compensatoires de l'étang de l'oiseau et du Bras mort. Ils sont localisés dans les secteurs préservés de tous travaux de restauration écologique (Zone de tamaricaie et pelouse psammophile au sud de la parcelle étang de l'oiseau notamment).   Crapauds calamites observés sur la zone d'étude V. HALLOT, 10/03/2026, Fos-sur-mer (13)					



Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux				Code de la mesure : R3																														
				Lien avec autres mesure : R2																														
E	R	C	A	R2.1.o. Prélèvement ou sauvetage avant destruction de spécimens d'espèces – Espèce(s) à préciser																														
Matériel nécessaire : - Boîtes en plastique / seaux - Lampe torches - Gants en nitrile - Gants de manipulations																																		
Calendrier de la mesure : L'opération devra se dérouler avant la période de travaux lors d'épisodes pluvieux. La période automnale correspond de surcroît à un regain d'activité des espèces ciblées. <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: red;"></td><td style="background-color: yellow;"></td><td style="background-color: green;"></td><td style="background-color: yellow;"></td><td style="background-color: red;"></td> </tr> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%;"> <tr> <td style="background-color: red;"></td> <td>Période à proscrire</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;"></td> <td>Période envisageable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;"></td> <td>Période optimale</td> </tr> </table>					J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D														Période à proscrire		Période envisageable		Période optimale
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																							
	Période à proscrire																																	
	Période envisageable																																	
	Période optimale																																	
Estimation financière																																		
Mise en place du dispositif d'étanchéité		À définir lors de la mise en place de la mesure																																
Sessions de sauvetage nocturnes en binôme		3 x 0,5 nuit/personne (1100 € H.T. / nuit)	3300 € H.T.																															
Rédaction de comptes-rendus		3 x 0,5 jour (700 € / jour)	1050 € H.T.																															
TOTAL			4350 € H.T.																															

■ **Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière**

Mise en place d'une limitation de la vitesse à 30 km/h pour réduire les risques de collision routière				Code de la mesure : R4
				Lien avec autres mesures : R7, A4
E	R	C	A	R2.2a – Action sur les conditions de circulation (ferroviaire, routier, aérien, maritime)
Thématique environnementale :		Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit
Objectif de la mesure : Afin de limiter les risques de collisions avec la faune encore présente dans les réservoirs biologiques en phase d'exploitation de l'usine, il sera mis en place une limitation de vitesse à 20 km/h.				
Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Ciblé sur l'ensemble de la faune, tous les groupes biologiques étant concernés par les risques de collision</i>			Calendrier de la mesure : Durant toute la phase d'exploitation	



Mise en place d'une limitation de la vitesse à 30 km/h pour réduire les risques de collision routière		Code de la mesure : R4
		Lien avec autres mesures : R7, A4
 Méthode : Il sera mis en place, selon les règles régissant la signalisation routière française, des panneaux de limitation de vitesse à 20 km/h. La distance inter-panneau sera de 400 m.		
 Matériel nécessaire : Un ensemble de panneaux de limitation de vitesse à 20 km/h de référence SP-V-B14.20.		
 Estimation financière		
Matériel	Panneau de limitation de vitesse à 20 km/h de référence SP-V-B14.20.	Environ 100 € H.T. par panneaux

■ Mesure R5 : Adaptation de la clôture à la présence de la faune

Adaptation de la clôture à la présence de la faune				Code de la mesure : R6
E	R	C	A	R2.1h : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Le secteur accueille une grande diversité d'espèces, notamment des reptiles, des amphibiens, des mammifères et des oiseaux, qui se déplacent librement à travers les milieux naturels de la zone d'étude pour leurs activités telles que la reproduction, les déplacements et la chasse. L'installation d'une clôture autour du périmètre Mistral engendrera deux types d'impacts sur la faune : un impact direct, avec des risques de collisions et de piégeage, et un impact indirect, influençant le comportement des espèces en restreignant leurs déplacements, fragmentant leurs habitats et modifiant les interactions proie-prédateur. Sans adaptation de la clôture, les réservoirs de biodiversité présents au sein de l'enceinte de l'usine ne seraient plus en connexion avec les milieux naturels externes. Pour minimiser ces effets, des mesures techniques seront mises en œuvre afin de rendre la clôture aussi peu contraignante que possible pour la faune. Cette mesure viendra en additionnalité, vis-à-vis de la faune terrestre, avec la mesure R5 : Mise en place de passages inférieurs à destination de la petite faune et des amphibiens à proximité des réservoirs de biodiversité.				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Faune vertébré (mammifères, amphibiens, reptiles...)			 Calendrier de la mesure : Lors de la mise en place de la clôture	
 Méthode : La clôture est principalement constituée de deux éléments : les poteaux et le grillage, chacun présentant des risques potentiels pour la faune. Il est donc essentiel de privilégier l'utilisation de matériaux qui réduisent ces impacts. Les poteaux peuvent causer deux types de mortalité : par collision, affectant principalement les espèces volantes comme les oiseaux et les chauves-souris, et par piégeage dans les poteaux creux. En effet, de nombreuses espèces cavernicoles, à la recherche de cavités pour s'abriter ou nicher, pénètrent par le sommet des poteaux creux et se retrouvent piégées, incapables de ressortir, ce qui les condamne à mourir de faim, de soif ou d'épuisement. Des études ont montré qu'un poteau sur deux, lorsqu'il n'est pas obstrué, renferme des cadavres d'animaux. Diverses espèces ont été retrouvées dans ces poteaux, notamment des oiseaux (chouettes, pics), des mammifères (chauves-souris, loirs) et des reptiles (serpents, lézards). Il est donc conseillé d'utiliser : • Des poteaux sans orifice sommital ○ Poteaux à section pleine				



Adaptation de la clôture à la présence de la faune	Code de la mesure : R6
○ Poteaux à section ouverte (C, T, U) • Equiper les poteaux ayant un orifice sommital d'un capotage durable et pérenne : ○ Obstrué l'orifice par pliage ou soudage ○ En utilisant des bouchons adaptés, résistants au vent et à la dilatation thermique. Les clôtures peuvent perturber ou interrompre les continuités écologiques, bloquant physiquement le passage des animaux et/ou provoquant des blessures ainsi qu'une augmentation de la mortalité. Les grillages, en particulier, peuvent causer une mortalité multiple, par des effets directs et indirects. Parmi les causes de mortalité directe, on trouve : - La faible visibilité du grillage, qui augmente le risque de collision. - La taille des mailles, pouvant créer un effet de collet pour les animaux de petite taille. - L'empêchement et les collisions avec les fils, particulièrement lorsque des fils barbelés ou électriques sont placés sur la partie supérieure de la clôture. - L'utilisation de clôtures électriques, augmentant le risque de blessure ou de mortalité pour la faune. Pour limiter les impacts de mortalité directe, il est recommandé de : • Améliorer la visibilité des clôtures : ○ Éviter l'utilisation de grillages galvanisés à grande maille. ○ Privilégier des poteaux de section large pour une meilleure détection par la faune. ○ Installer des dispositifs de visualisation sur les clôtures. • Adapter le grillage et la taille des mailles à la faune locale : ○ Limiter l'utilisation de grillages à simple torsion pour éviter l'effet de collet. ○ Opter pour des grillages rigides sans extrémités saillantes qui pourraient empaler ou blesser les animaux. ○ Proscrire les fils barbelés, qui présentent un risque de blessure ou d'empalement pour la faune. ○ Restreindre la hauteur des clôtures à 2 mètres afin de minimiser leur impact sur les trajectoires de vol des oiseaux et des chauves-souris. Les causes de mortalité indirecte découlent des changements de comportement de la faune en réponse à la présence de la clôture, tels que : • L'effet barrière, qui accroît les déplacements des animaux dans leur domaine vital, augmentant ainsi les distances parcourues, le temps de déplacement, et les risques associés (dépendance énergétique, prédation, etc.). • L'effet déflecteur, où la clôture peut guider et rediriger les trajets de la faune vers des zones à risque (routes, bassins, voies de chemins de fer...). • Une perte directe d'habitat en termes de surface accessible, contribuant à la fragmentation des milieux. Pour limiter les impacts de mortalité indirecte, il est recommandé de : • Réduire la surface des enclos et la longueur des clôtures : ○ Privilégier des formes d'enclos compactes plutôt qu'allongées ou en étoile. ○ Limiter la longueur des clôtures à un maximum de 500 mètres par côté, soit une surface d'enclos maximale de 25 hectares. • Favoriser la perméabilité au sol pour la petite faune : ○ Installer des clôtures non jointives au sol, laissant un espace de 15 à 20 cm. ○ Utiliser un grillage à mailles larges au niveau du sol (par exemple, des mailles de 15 x 15 cm). ○ Créer de nombreuses ouvertures pour la petite faune, avec des accès de 20 x 20 cm tous les 15 à 20 mètres, situées au niveau des poteaux et aux angles des clôtures. Les ouvertures optimales seront équipées de cadres à bords non coupants.	



Adaptation de la clôture à la présence de la faune		Code de la mesure : R6
		
Exemple de clôture rigide équipée de poteaux bouchés par des bouchons en plastique J. VOLANT, 08/06/2021, Méounes-lès-Montrieux (83)	Exemple d'ouverture équipé d'un cadre dans le grillage d'un parc photovoltaïque V. MAURO, 26 octobre 2022, Bras (83)	
Matériel nécessaire : Clôture, obturateur de poteaux, cadre de passage à faune		
 Localisation de la mesure : clôture de l'enceinte de l'usine		

Adaptation de la clôture à la présence de la faune		Code de la mesure : R6
Mesure de réduction - Adaptation de la cloture à la présence de la faune Projet Mistral - Volet naturel d'Etude d'Impacts - Fos-sur-Mer (13)  ◆◆◆ Mesure Adaptation de la cloture à la présence de la faune zone_impermeabilise_generale_poly batiments_generale_poly voiries_generale_poly Sources : MARCISAGLIA / ECO-MED - Fond : IGN Mise à jour : ECO-MED 05/06/2020 15/05/2020 Ref. étude ECO-MED : 3848 - Projet Mistral		
Carte 63 : Localisation de la mesure R6-Adaptation de la cloture à la présence de la faune		
 Modalités de suivi : AMO chantier		
 Estimation financière		
Mesure : Intégrée au coût global du projet	Suivi (AMO) : Compris dans l'audit de suivi de mesures avant travaux (50 000 € HT), pendant travaux (50 000 € HT) et après travaux (50 000 € HT) Cf. : Mesure AMO2-2.4.	

■ **Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD**

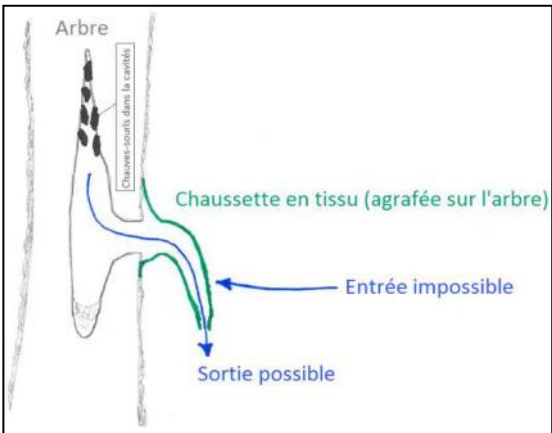
Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD				Code de la mesure : R5
				Liens avec autres mesures : R6
E	R	C	A	E2.1a et E2.2a - Balisage préventif divers ou mise en défens ou dispositif de protection d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit / Lumière
 Objectif de la mesure : Limiter la perte d'habitat de gîte en maintenant un réseau connecté de gîtes arboricoles disponibles				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <u>Chauves-souris</u> : arboricoles		 Calendrier de la mesure : En amont des travaux : - Identification des arbres gîtes à conserver - Mise en défens des arbres concernés Conservation des arbres gîtes : durant toute la durée de fonctionnement		
 Méthode : 1. Identifier - Identifier les arbres présents en OLD qui pourront être conservés tout en respectant les modalités techniques de débroussaillage de l'arrêté préfectoral en vigueur - Marquer et baliser les arbres gîtes potentiels présents dans les OLD 2. Conserver - Conserver les arbres gîtes potentiels avec l'installation d'un dispositif de mise en défens de 2m autour du pied de l'arbre à l'aide de piquet et de chaînette				
 Localisation de la mesure				



Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD		Code de la mesure : R5
		Liens avec autres mesures : R6
- Fonctionnalité des gîtes dans les arbres conservés		
 Estimation financière :		
Mesure : Intégrée au coût global du projet	Suivi (AMO) : inclus dans le coût total AMO Suivi Chauves-souris : inclus dans le suivi global faune-flore	

■ Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels

Abattage de moindre impact				Code de la mesure : R6																																												
				Lien avec autres mesures : R5																																												
E	R	C	A	R2.1.o : Réduction technique en phase travaux																																												
Thématique environnementale :		Milieux naturels			Paysage			Air / Bruit																																								
 Objectif de la mesure : Abattre l'arbre gîte en dehors des périodes les plus sensibles, à savoir l'hibernation (Mi-Novembre à mars) et mise bas (Mai-août) Permettre la fuite des chiroptères pour éviter la destruction d'individus																																																
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Chiroptères arboricoles</i> <i>Oiseaux cavernicoles</i>				 Calendrier de la mesure : <table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Période à proscrire Période de moindre sensibilité									J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																								
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																	
 Méthode : Cas des arbres à enjeu très fort : Colonie de reproduction avérée : - Sortie de gîte effectuée par un chiroptérologue à l'aide de détecteur ultrasons (SM2, SM4...) ou caméra thermique pour évaluer la présence de chiroptères et leur activité - expertise sur les arbres (en milieux urbains par nacelle et endoscope ; en boisement ou bocage par un cordiste élagueur) pour avérer des gîtes occupés, ou justement non occupés au moment des prospections et ainsi de pouvoir boucher (simple toile ou système de non-retour selon le type de cavité (cf schéma ci-dessous) certaines cavités visibles et non occupées.																																																

Abattage de moindre impact	Code de la mesure : R6
	Lien avec autres mesures : R5
 Schéma de principe d'un dispositif « anti-retour »	 Système anti-retour sur cavité d'un arbre-gîte potentiel J. PRZYBILSKI, 27 août 2015, Codolet (30) En cas de détection de chiroptères, l'abattage devra être reporté, un suivi par caméra thermique pourra permettre de suivre la sortie des individus. La méthode d'abattage appliquée après des expertises est la même que pour les arbres à enjeux faibles à fort, décrite ci-dessous. Cas des arbres à enjeu faible à fort : Il s'agit d'arbres susceptibles d'accueillir des chiroptères, notamment en transit et hivernage, mais pour lesquels la présence n'a pas été avérée. Pour ces arbres, aucune expertise complémentaire ni aucune défavorabilisation ne sera réalisée, considérant que les déplacements des chiroptères entre plusieurs gîtes rendent ces prospections aléatoires. Abattage de moindre impact : Il existe deux méthodes ; le choix dépendra de l'architecture de l'arbre et des contraintes techniques. Méthode 1 : Elle consiste à saisir l'arbre avec un grappin hydraulique ou une abatteuse, puis à le tronçonner à la base sans l'ébrancher. Ensuite, l'arbre sera déposé délicatement sur le sol à l'aide du grappin ou de l'abatteuse et laissé <i>in-situ</i> jusqu'au lendemain, ce qui permet aux chiroptères (en cas de présence non détectée) de s'échapper. Le grappin hydraulique sera utilisé pour des arbres isolés, alors que l'abatteuse pourra être utilisée dans le cadre de défrichage ou coupe importantes.

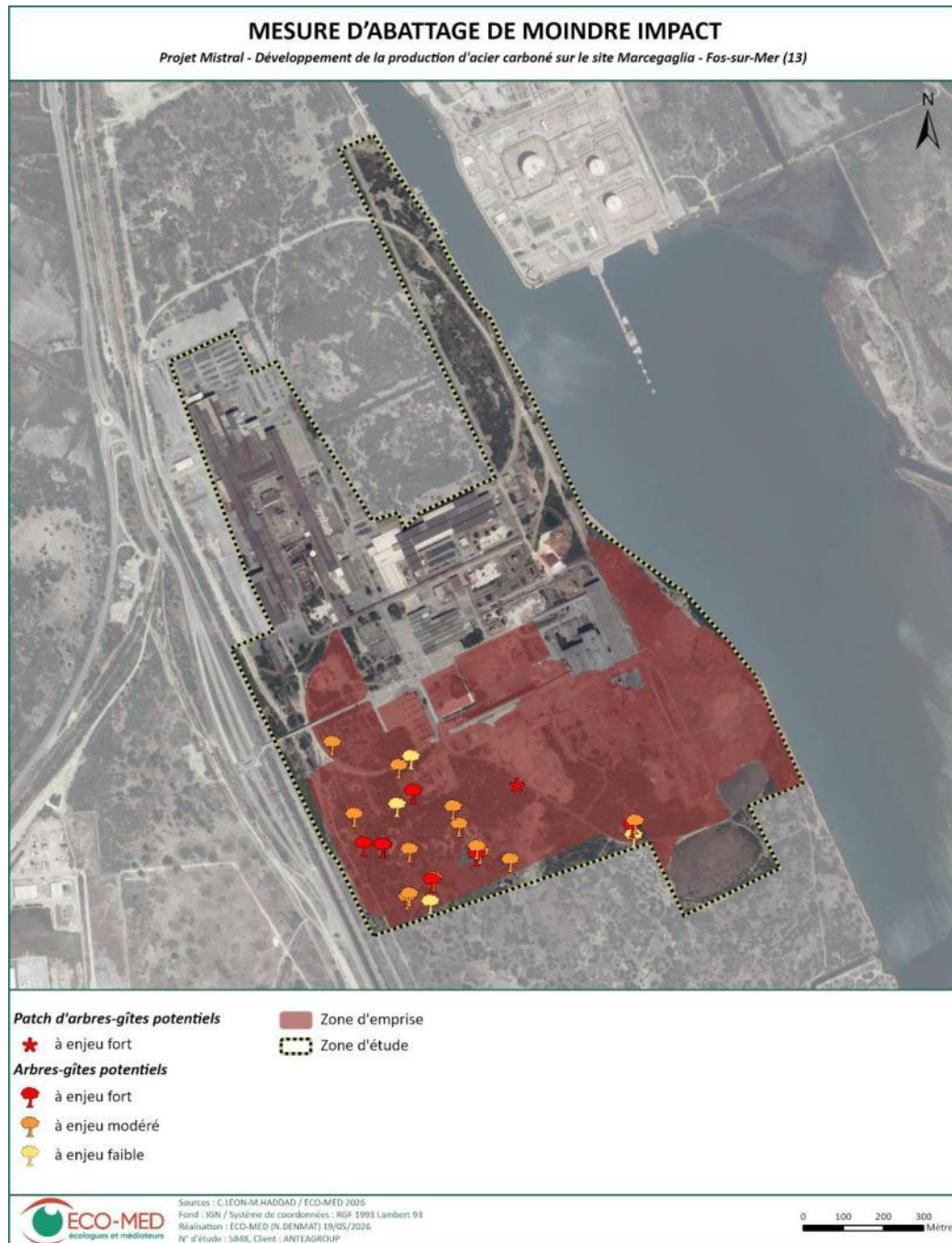
Abattage de moindre impact		Code de la mesure : R6
		Lien avec autres mesures : R5
		
Exemple de dépose délicate d'un tronc creux au grappin hydraulique		
		
Abattage à l'aide d'une abatteuse et d'une tronçonneuse		

Abattage de moindre impact		Code de la mesure : R6
		Lien avec autres mesures : R5
  Abattage à l'aide d'une pelle mécanique et d'une tronçonneuse <u>Méthode 2</u> : Elle consiste en un « démontage » de l'arbre (tronçon par tronçon, de haut en bas), sans l'ébrancher. Chaque tronçon devant être posé délicatement au sol à l'aide d'un grappin hydraulique et laissé <i>in-situ</i> jusqu'au lendemain, ce qui permet aux chiroptères (en cas de présence non détectée) de s'échapper. <i>En cas de terrain difficile d'accès (forte pente, absence de piste,...), l'abattage de moindre impact peut être réalisé à l'aide de tronçonneuse à main et de tire-fort. Ces abattages restent difficiles et moins soignés.</i> Pour les arbres senescents abritant des insectes saproxylophages, il peut être demandé de laisser l'arbre au sol se décomposer.  Matériel nécessaire : Selon les contraintes techniques ➤ Nacelle ou cordiste équipé ➤ Grappin hydraulique ou tire-fort ➤ Abatteuse et tronçonneuse à main ➤ Petit matériel de bouchage <u>Martelage / balisage des arbres concernés</u> Intervenant : - Ecologue Moyen mobilisé : - Bombe de peinture / Griffes forestières <u>Expertise écologique / défavorabilisation*</u> Intervenant : - Ecologue - Cordiste ou nacelle Moyen mobilisé : - Nacelle / Travail sur corde - Petit matériel de bouchage <u>Abattage et dépose au sol</u> Intervenant : - Ecologue - Bucheron Moyen mobilisé : - Grappin hydraulique / abatteuse / tirefort <u>Enlèvement après une nuit minimum</u> Intervenant : - Bucheron Moyen mobilisé : - Chargeur/broyeur		

Abattage de moindre impact	Code de la mesure : R6
	Lien avec autres mesures : R5



Dimensionnement et localisation de la mesure



Carte 65 : Carte de localisation des arbres gîtes



Points de vigilance

L'expertise des arbre-gîtes se heurte à des contraintes techniques liées au travail en hauteur et à l'impossibilité de prospecter totalement certaines cavités profondes, ECO-MED ne peut donc pas toujours garantir l'absence de chiroptères dans les arbres.



Abattage de moindre impact			Code de la mesure : R6
			Lien avec autres mesures : R5
Les méthodes d'abattage proposées ici restent dépendante de la faisabilité technique de ces travaux, soumis à une multitude de facteurs (état sanitaire de l'arbre, terrain, vent, expérience et habileté des bucherons...) qui ne relèvent pas de la compétence d'ECO-MED			
 Modalités de suivi Présence de l'écologue aux étapes 1, 2 et 3			
 Estimation financière			
Martelage et balisage des arbres gîtes	2 jours écologue		1800 € H.T.
Abattage de moindre impact	A faire juste avant le début du défrichement, avec les engins utilisés pour défricher		Inclus dans le cout global du projet

■ Mesure R8 : Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistiques

Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique				Code de la mesure : R7
				Liens avec autres mesures :-
E	R	C	A	
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit / Lumière
 Objectif de la mesure : L'objectif de cette mesure est de réduire l'impact lumineux sur les chauves-souris et le reste de la faune nocturne <i>La notion de « pollution lumineuse » a été introduite dans le droit de l'environnement en France par le Grenelle de l'environnement. Elle est définie comme une présence nocturne anormale de lumière pouvant avoir des conséquences sur les écosystèmes (RICH AND LONGCORE, 2006). En effet, sachant que plus de 30 % des mammifères et plus de 60 % des invertébrés sont nocturnes (HÖLKER et al., 2010), l'introduction de lumière artificielle dans l'environnement pourrait perturber les rythmes biologiques et écologiques des espèces. Il est donc important de prendre en compte la qualité de l'environnement nocturne dans les réseaux écologiques, l'établissement, la protection et la gestion de corridors afin de favoriser leurs utilisations par la biodiversité nocturne (RICH AND LONGCORE, 2006). Pour ces raisons, la notion de Trame noire vient compléter la Trame verte et la Trame bleue dans le Grenelle 2. En effet, il a été démontré que l'introduction de l'éclairage artificiel dans l'environnement peut perturber la dynamique des populations en modifiant la physiologie, la mortalité et la perturbation des rythmes biologiques des espèces.</i> <i>Par exemple, certains oiseaux se reproduisant près de lampadaires chantent plus précocement que des individus se reproduisant dans une forêt (LOE et al., 2010).</i> <i>Chez les mammifères terrestres, il a été observé des modifications de leurs comportements de recherche de nourriture, de leur horloge biologique et également une augmentation de risque de prédation et de collisions routières à cause d'un éblouissement (BEIER et al., 2006). Pour exemple, les micros-mammifères se nourrissent moins dans les zones fortement éclairées, phénomène également constaté chez les lagomorphes (BEIER, 2006, BIRD et al., 2004).</i> <i>Concernant les chauves-souris, trois principales causes de perturbations sont identifiées (HOLSBECK, 2008) :</i> - des effets sur les colonies de reproduction, les gîtes d'hibernation et les reposoirs,				



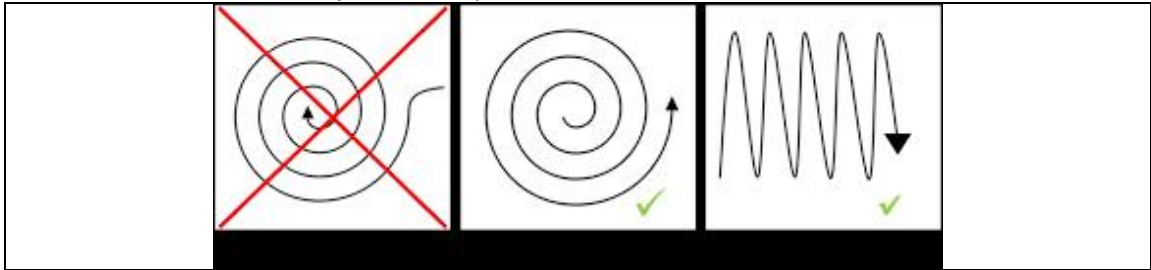
Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique		Code de la mesure : R7
		Liens avec autres mesures :-
- un effet de barrière visuelle contribuant à la fragmentation du paysage nocturne, - une interférence avec l'activité alimentaire incluant la distribution des proies et la compétition interspécifique, Il a également été montré des modifications sur les déplacements et les distributions d'espèces. Une utilisation ponctuelle peut être tolérée, en respectant l'arrêté sur la prévention, la réduction et la limitation des nuisances lumineuses du 27 décembre 2018 qui prescrit de nouvelles obligations réglementaires de gestion de l'éclairage. Certaines des préconisations qui suivent intègrent les nouvelles exigences ministérielles. Dans le cas présent : les éclairages extérieurs publics et privés.		
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Chiroptères et ensemble de la faune nocturne		 Période d'application de la mesure : Pendant toute la phase de chantier et de fonctionnement
 Méthode : Les habitats présents dans la zone d'étude servent de corridors de transit et d'alimentation pour la majorité des espèces recensées. La mesure proposée vise à limiter l'impact de l'éclairage sur ces espèces tout en maintenant un niveau suffisant de sécurité publique. Ainsi, la prise en compte des éléments ci-après est impérative : Veiller à adopter un éclairage directionnel et à faible intensité : par l'installation des luminaires de faible puissance, orientés exclusivement vers le sol, afin de minimiser la dispersion lumineuse et réduire l'impact sur les corridors de transit et les zones d'alimentation des chauves-souris. Utilisation d'éclairages à teintes chaudes Opter pour des ampoules émettant une lumière chaude (teintes jaunes ou orange), qui sont moins perturbantes pour la faune nocturne, en évitant les teintes blanches ou bleues. Réduction de l'éclairage nocturne non essentiel Limiter l'éclairage aux stricts besoins opérationnels entre minuit et l'aube, périodes critiques d'activité des chauves-souris, en éteignant les zones non essentielles à la sécurité. Installation de minuteurs et détecteurs de présence Mettre en place des systèmes automatisés, tels que des minuteurs ou détecteurs de mouvement, pour n'activer l'éclairage qu'en cas de besoin immédiat, réduisant ainsi les perturbations lumineuses et la consommation énergétique. Création de zones d'obscurité préservée Identifier les zones sensibles de la carrière (ex. : abords des corridors écologiques ou gîtes d'alimentation) et supprimer tout éclairage dans ces espaces, afin de conserver l'obscurité nécessaire au maintien des habitats naturels et au comportement nocturne des chauves-souris.		
 Localisation de la mesure : Ensemble de la zone d'emprises et ses OLD		
 Points de vigilance : La définition des modalités d'aménagement doit être inscrit dans le cahier des charges imposé au(x) prestataire(s) retenu(s). La collaboration avec un écologue lors de la conception du CCTP pour les aménagements extérieurs permettrait de valider et d'appliquer la mesure en veillant au bon respect des préconisations.		
 Modalités de suivi : Vérification du bon respect de la mesure par des audits écologiques en phase de chantier		
 Estimation financière :		



Partie 4 : Propositions de mesures d'atténuation

Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique		Code de la mesure : R7
		Liens avec autres mesures :-
Mesure : Intégrée au coût global du projet	Suivi : Compris dans la mission d'AMO de chantier	

■ Mesure R9 : Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts

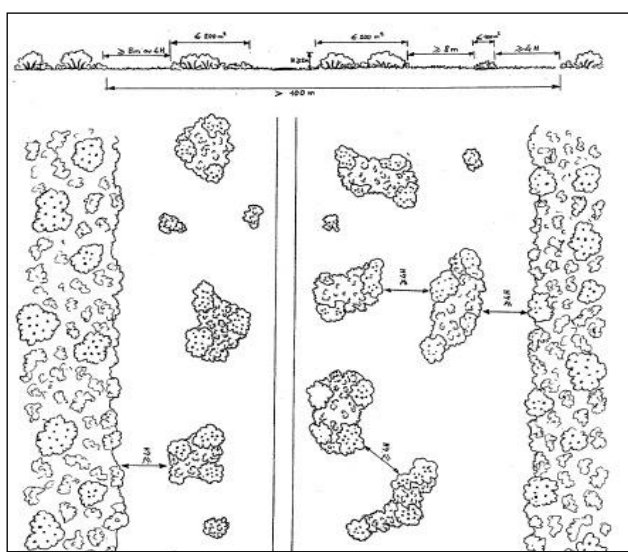
Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts				Code de la mesure : R4																									
E	R	C	A																										
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit																									
 Objectif de la mesure : Réduire les impacts du défrichement sur la petite faune, en adaptant la pratique de manière à permettre la fuite des individus vers les milieux naturels situés en périphérie.																													
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Herpétofaune, mammifères, entomofaune, ornithofaune</i>			 Calendrier de la mesure : <table border="1"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																		
 Méthode : Le défrichement sera réalisé de façon concentrique de l'intérieur vers l'extérieur.																													
																													
Schéma d'un débroussaillage vertueux (Source : Var.gouv)																													
 Localisation de la mesure : Intégralité des emprises à défricher																													
 Points de vigilance -																													
 Modalités de suivi Suivi de l'application de la mesure réalisé dans le cadre de l'AMO général.																													
 Estimation financière																													
Compris dans la mission d'AMO de chantier																													

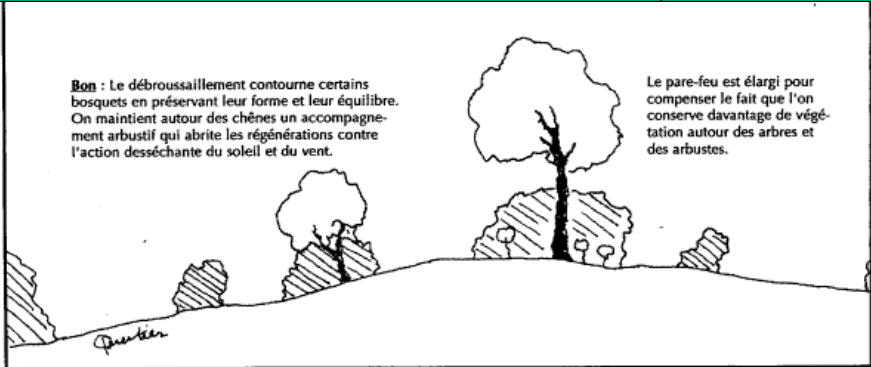
■ **Mesure R10 : Limitation des emprises travaux**

Limitation des emprises travaux				Code de la mesure : R3	
				Lien avec autres mesures : R2	
E	R	C	A		
Thématique environnementale :			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Limiter strictement les emprises aux surfaces nécessaires pour les travaux.					
 Espèce(s) ciblées : toutes espèces			 Calendrier de la mesure : Mise en défens avant travaux, pendant travaux, après travaux		
 Méthode : - Repérage et accompagnement lors des bornages et délimitation de la parcelle du géomètre expert et des responsables du chantier par un écologue professionnel mandaté. - Marquer les limites du chantier physiquement dès ce bornage, de manière à éviter tout impact accidentel sur des milieux naturels périphériques lors des travaux (défrichage, stockage de matériaux, circulation d'engins et de personnels. - Toute action en dehors de ces balisages sera proscrite dans la charte des entreprises intervenantes, sauf accord expresse d'un écologue professionnel.					
 Localisation de la mesure Tout le périmètre des emprises					
 Points de vigilance -					
 Modalités de suivi Suivi sur toute la durée du chantier, réalisé dans le cadre de l'AMO général.					
 Estimation financière Compris dans la mission d'AMO de chantier					

■ **Mesure R11 : Gestion écologique des OLD**

Gestion écologique des OLD				Code de la mesure : R12
				Lien avec autres mesures : -
E	R	C	A	Réduction technique en phase fonctionnement
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Gestion écologique des habitats situés dans les emprises de l'OLD.				

Gestion écologique des OLD		Code de la mesure : R12																									
		Lien avec autres mesures : -																									
	Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Cette mesure est générale pour l'ensemble des compartiments biologiques et concerne l'entretien courant des OLD.		Période favorable : <table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																
	Méthode : ➤ Entretien des zones débroussaillées (OLD) en accord avec les enjeux écologiques Cette mesure permettra de réduire les impacts du débroussaillage sur les habitats naturels, la faune et la flore des milieux ouverts principalement. Sur les zones à débroussailler et jouant un rôle de « coupe-feu » pour protéger les installations, une limitation des perturbations du projet doit être mise en place pour préserver les espèces à enjeux localisées au sein de ces futures zones débroussaillées ou qui seront amenées dans le temps à les exploiter. En règle générale, cet entretien régulier (souvent annuel) n'est pas orienté vers la conservation d'enjeux écologiques, et peut induire un impact direct sur certains habitats et espèces. Ainsi, une mesure spécifique peut être apportée afin d'en réduire significativement l'impact. La mise en place et l'entretien de ces bandes OLD devront être réalisés en accord avec les sensibilités écologiques des espèces recensées/potentielles : - Une réflexion sur le maintien de certains arbustes voire arbres (arbres-gîtes potentiels par exemple) devra être engagée. En effet, la préservation de certains bosquets plus ou moins isolés n'est pas rédhibitoire avec la mise en place des OLD. Il s'agira d'effectuer un débroussaillage sélectif et alvéolaire, dans la bande des 20 à 50m. EN effet, dans la bande des 0 à 20m, il est impossible de mettre en place de l'alvéolaire ; - L'entretien régulier des OLD devra, quant à lui, être réalisé soit manuellement, soit à l'aide de moyens légers d'intervention au plus tôt dans la saison hivernale, en évitant la période printanière et estivale, de façon à ne pas détruire les espèces présentes dans les zones ouvertes.																										
Débroussaillage de type alvéolaire et sélectif (à appliquer sur la bande des 20-50m des OLD en fonction des recommandations du SDIS) Ce type de débroussaillage permet de conserver à l'intérieur des OLD des îlots de végétation (pelouses, garrigue basse, arbustes, arbres) qui constitueront autant de refuges pour la flore et la faune, grâce notamment à la multiplication des effets de lisière. Les alvéoles seront bien entendu en grande partie calquées sur les stations à enjeu de conservation. Elles devront donc être définies en présence de l'expert écologue et faire l'objet d'un marquage.																											
																											
Illustration du traitement de la strate arbustive par le débroussaillage alvéolaire JL. GUITON & L. KMIEC - ONF, 2000																											

Gestion écologique des OLD	Code de la mesure : R12
	Lien avec autres mesures : -
 Bon : Le débroussaillage contourne certains bosquets en préservant leur forme et leur équilibre. On maintient autour des chênes un accompagnement arbustif qui abrite les régénérations contre l'action desséchante du soleil et du vent. Le pare-feu est élargi pour compenser le fait que l'on conserve davantage de végétation autour des arbres et des arbustes. Illustration de la préservation de bosquets d'arbres et d'arbustes lors d'opérations de débroussaillage P. QUERTIER - ONF, 2000   Exemples de débroussaillage / gyrobroyage de type alvéolaire J. VOLANT, 10/05/2017, Le Castellet (13) Les abords de l'emprise du projet doivent faire l'objet d'un entretien réglementaire, dans le cadre des OLD. Or, la « bande à entretenir » autour du parc photovoltaïque pourrait intercepter en particulier des stations d'espèces de la faune protégée. Afin d'éviter toute destruction d'individus, le débroussaillage devra impérativement être réalisé en hiver. Dans ces conditions, ces OLD bien conduites pourraient favoriser la dynamique des végétaux liés aux milieux ouverts et le maintien ou la recolonisation par les insectes et autre petite faune qui y sont associés.	
 Localisation de la mesure Dans l'ensemble du périmètre des OLD.	
 Points de vigilance ➤ Eviter la fauche ou le débroussaillage durant le printemps et l'été pour ne pas impacter la flore ainsi que les insectes, ressource alimentaire de nombreuses espèces, ➤ Eviter toute utilisation d'engins mécaniques lourds pour le débroussaillage ou la fauche (risque de tassement ou de remaniement du sol). Privilégier une débroussailleuse à fil ou à disque voire même une motofaucheuse à barre de coupe, ➤ En cas de fauche ou de débroussaillage, éviter une gestion trop rase des strates herbacée et arbustive (milieux ouverts trop ras défavorables pour le Psammodyrome d'Edwards et le Seps strié), ➤ Proscrire tout usage de produits phytocides,	
 Modalités de suivi Seul un suivi écologique de la bonne réalisation de la première année d'entretien annuel est préconisé ici	



Gestion écologique des OLD		Code de la mesure : R12
		Lien avec autres mesures : -
 Estimation financière		
Encadrement écologique des premières opérations d'entretien de l'OLD (N+1)	2 jours de terrain/ + rédaction	2 500€ HT

■ **Mesure R12 : Transplantation d'Argousiers, plante-hôte du Sphinx de l'Argousier (*Hyles hippophaes*)**

Transplantation d'Argousiers, plante-hôte du Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)				Code de la mesure : R13
				Lien avec autres mesure : A1
E	R	C	A	R13 : Réduction
Thématique environnementale :		Milieux naturels		Paysage
		Air / Bruit		
 Objectif de la mesure : - Réduire les impacts sur la Sphinx de l'Argousier par transplantation de sa plante-hôte en dehors des emprises, dans un secteur non concerné par les travaux.		 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Plante-hôte du Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)		
 Description Déplacer une vingtaine de pieds d'Argousiers vers une zone d'accueil en dehors de la zone d'emprise, dans le but d'offrir de nouvelles stations de plantes-hôtes pour le papillon. Dans un deuxième temps, un sauvetage expérimental de chrysalides pourra être organisé par déplacement et dépôt d'Argousiers non conservés et non transplantés vers les secteurs de transplantation des Argousiers Les impacts sur l'espèce seront réduits par le maintien d'une partie d'habitat de reproduction de l'espèce. Nous pouvons justifier la rubrique "réduction" de la mesure R12 sur le fait que les individus d'Argousier transplantés relèveront de techniques de pépiniériste avec un taux de survie considéré comme fort, permettant d'assurer la reconstitution d'un habitat d'espèce "à l'identique".				
 Méthode (issue d'un protocole éprouvé de plusieurs pépiniéristes) 1 Balisage des pieds à transplanter au printemps (mars-avril-mai), idéalement un cernage de la motte autour des troncs devra être effectué 1 an avant de déplacer l'arbre et donc avant le début des travaux. Cette opération incontournable consiste à former la motte en avance pour regrouper les racines près du tronc : cela atténue le traumatisme de l'extraction et aide grandement à la reprise. 2 Recherche d'un secteur pour la transplantation à proximité de la zone initiale (secteur à sol sablonneux de préférence à proximité d'Argousiers hors emprises) 3 Préparation du trou de plantation avec une pelle mécanique peu impactante pour le sol (pour éviter le tassement). Le trou doit être deux à trois fois plus grand que la motte 4 Prélèvement délicat des pieds à sauvegarder : attacher les branches, creuser autour de la motte, trancher la terre sous la motte, au besoin couper les racines récalcitrantes 5 Lorsque l'arbre est prêt, le sortir du trou et le transporter à l'aide d'un tire-fort (treuil) et en le plaçant délicatement sur une toile 6 Transport des plants effectué à l'aide d'une petite benne jusqu'à la zone d'accueil 7 La plantation dans le nouvel emplacement nécessite de tapisser le nouveau trou d'un mélange de terre d'origine et de compost puis de poser l'arbre dans le trou, le combler avec la terre issue du creusement du trou, et bien arroser. 8 Veiller à arroser régulièrement et abondamment durant les 2 premières années (toutes les 3 semaines en saisons sèches).				



Transplantation d'Argousiers, plante-hôte du Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)		Code de la mesure : R13															
		Lien avec autres mesure : A1															
9	Suivi de l'efficacité de l'opération de transplantation (survie des plants et utilisation comme site de reproduction par le Sphinx) en été (recherche de chenilles).																
	Calendrier de la mesure : Cernage en uatomne/hiver, 1 an avant ; transplantation et sauvetage à l'automne																
	Matériel nécessaire : Rubalise / bombe couleur / piquets / arrosoir / pelle mécanique / benne																
	Localisation de la mesure																
Mesure de réduction : Transplantation d'Argousiers en faveur du Sphinx de l'Argousier Projet Mistral - MARCEGAGLIA - Fos-sur-Mer (13)   Argousier non impactés  Impact Argousier_Voies  Zone d'accueil de la transplantation  Impact Argousier_Bâtiments  zone_imperméabilise_générale_poly  voies_générale_poly  bâtiments_générale_poly 0 100 200 m <tr><td colspan="3">Carte 66 : Carte de localisation de la mesure R12</td></tr> <tr><td></td><td colspan="2">Modalités de suivi</td></tr> <tr><td colspan="3"> ➤ Suivi de l'efficacité de l'opération (contrôle survie des plants transplantés) ➤ Suivi de sa population sur le site d'accueil </td></tr> <tr><td colspan="3">  Estimation financière <table><tr><td>Repérage et balisage des secteurs d'Argousier à cerner et localisation du secteur hôte</td><td>1 jour d'intervention par écologue + frais de déplacement + matériel (hors engins) (avril-mai)</td><td>1 000€ HT</td></tr></table></td></tr>			Carte 66 : Carte de localisation de la mesure R12				Modalités de suivi		➤ Suivi de l'efficacité de l'opération (contrôle survie des plants transplantés) ➤ Suivi de sa population sur le site d'accueil			 Estimation financière <table><tr><td>Repérage et balisage des secteurs d'Argousier à cerner et localisation du secteur hôte</td><td>1 jour d'intervention par écologue + frais de déplacement + matériel (hors engins) (avril-mai)</td><td>1 000€ HT</td></tr></table>			Repérage et balisage des secteurs d'Argousier à cerner et localisation du secteur hôte	1 jour d'intervention par écologue + frais de déplacement + matériel (hors engins) (avril-mai)	1 000€ HT
Carte 66 : Carte de localisation de la mesure R12																	
	Modalités de suivi																
➤ Suivi de l'efficacité de l'opération (contrôle survie des plants transplantés) ➤ Suivi de sa population sur le site d'accueil																	
 Estimation financière <table><tr><td>Repérage et balisage des secteurs d'Argousier à cerner et localisation du secteur hôte</td><td>1 jour d'intervention par écologue + frais de déplacement + matériel (hors engins) (avril-mai)</td><td>1 000€ HT</td></tr></table>			Repérage et balisage des secteurs d'Argousier à cerner et localisation du secteur hôte	1 jour d'intervention par écologue + frais de déplacement + matériel (hors engins) (avril-mai)	1 000€ HT												
Repérage et balisage des secteurs d'Argousier à cerner et localisation du secteur hôte	1 jour d'intervention par écologue + frais de déplacement + matériel (hors engins) (avril-mai)	1 000€ HT															



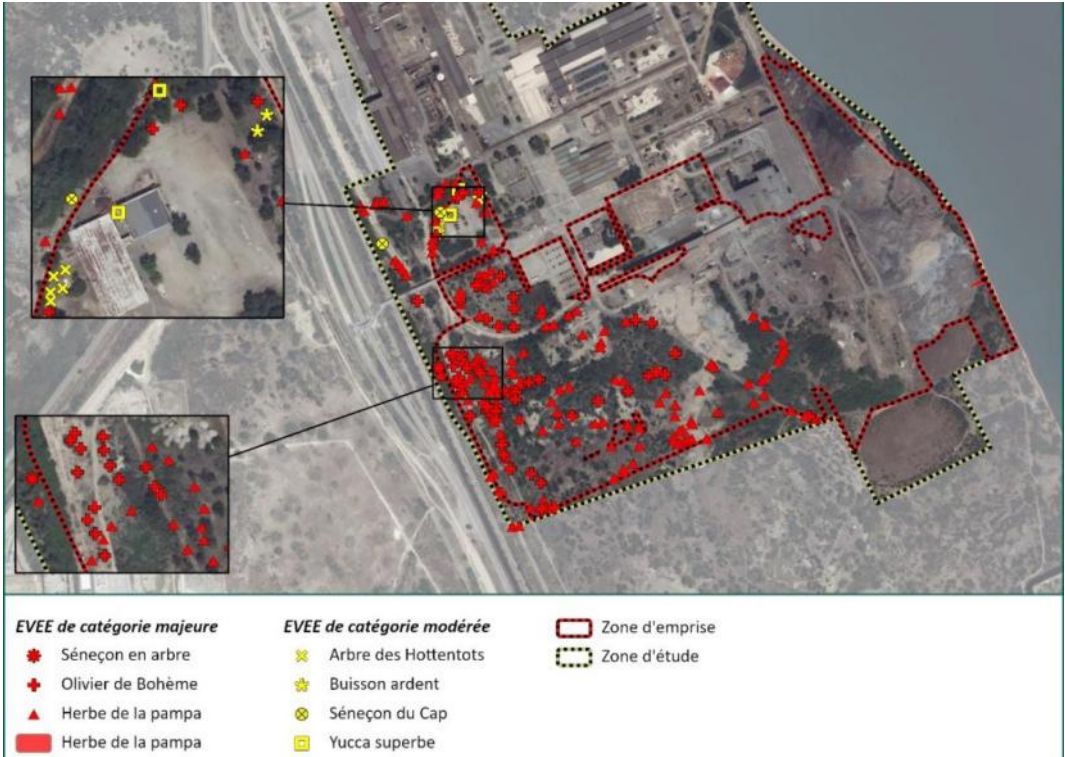
Partie 4 : Propositions de mesures d'atténuation

Transplantation d'Argousiers, plante-hôte du Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)		Code de la mesure : R13
		Lien avec autres mesure : A1
Opération de cernage (30 Argousiers)	Entreprise spécialisée en travaux paysagers (automne N-1)	Estimation : 10 000€ HT
Opération de transplantation	Entreprise spécialisée en travaux paysagers Coût de la pelle mécanique inclus dans le coût global des travaux (en automne)	Estimation : 10 000€ HT
Arrosage régulier toutes les 3 semaines en période sèche	Par entreprise d'entretien espaces verts (printemps, été,,) soit 7 jours d'entretien de mai à septembre	40€/h HT soit 2 000€ HT
Suivi de l'efficacité de l'opération	Visite de site par 1 expert entomologue 1 mois après l'opération	1 000 € HT.
Compte-rendu de l'opération	Rédaction du CR	700 € HT.
Veille écologique	1 expert entomologue en avril tous les ans les 3 premières années à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30 + compte rendu annuel	p.m.

■ Mesure R13 : Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes

Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)				Code de la mesure : R8		
				Lien avec autres mesures : -		
E	R	C	A	C2.1b - Enlèvement / traitement d'espèces exotiques envahissantes (EEE)		
Thématique environnementale :				Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : La prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes est de nature à réduire l’attractivité de la mosaïque d’habitats et représente une réelle menace pour les espèces patrimoniales au niveau local, et plus généralement à une échelle très élargie. Cette mesure vise à éradiquer un maximum des EVEE et de lutter contre leur dissémination au niveau des interfaces du chantier. L’objectif de la mesure est ainsi de contrôler, lors de la phase travaux, le risque de dissémination de l’Herbe de la pampa et de l’Olivier de Bohème ainsi que l’installation de nouvelles espèces envahissantes lors du remaniement des sols.						
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Favorable aux milieux naturels et espèces associées Lutte contre : <i>Herbe de la pampa, Olivier de Bohème</i>				 Calendrier de la mesure : Avant le démarrage des travaux/au début des travaux		
 Méthode : Les individus d’Herbe de la pampa (<i>Cortaderia selloana</i>)et d’Olivier de Bohème (<i>Elaeagnus angustifolia</i>) devront être extraits selon la méthode suivante : ✓ Arrachage mécanique du plan à l’aide d’une pelle/mini-pelle ✓ L’intégralité des végétaux, feuilles, racines et pieds devront être soigneusement retirés et disposés dans des bâches afin d’être évacués vers un centre de traitements des déchets ou enterré sous les emprises de nouveaux bâtiments (stockage étanche nécessaire en attente de l’enfouissement). ✓ Gestion des rémanents : cette espèce peut réapparaître même après l’arrachage en raison de la présence de graines ou d’autre d’élément. Les jeunes pieds peuvent être arrachés manuellement et pourront donc faire l’objet d’un arrachage à l’aide d’outils et de gants. Ici aussi, il faudra veiller à retirer un maximum de chaque individu, racines comprises et à évacuer correctement les végétaux vers un centre de traitement des déchets.						



Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)		Code de la mesure : R8
		Lien avec autres mesures : -
✓ Tous les engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.		
 Matériel nécessaire : ✓ Matériel de bûcheronnage manuel et mécanique ✓ Bâches ✓ Camion benne ✓ Désinfectant		
 Localisation de la mesure :  Carte 67 : Localisation de la mesure R8 au sein des emprises – lutte contre les EVEE		
 Points de vigilance Un nettoyage systématique des outils et des engins avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes. A l'issue des travaux, l'efficacité de la mesure sera largement favorisée par une opération de réensemencement des zones terrassées à l'aide d'un mélange grainier adapté. Une attention particulière sera portée sur la sélection d'un mélange et une sélection d'arbustes et d'arbres de préférence locaux et non envahissant. La liste des espèces envahissantes est disponible à https://invmed.fr		
 Modalités de suivi : ➤ Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un écologue		
 Estimation financière		
Compétences écologiques*		



Partie 4 : Propositions de mesures d'atténuation

Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)		Code de la mesure : R8
		Lien avec autres mesures : -
Encadrement avant travaux d'éradication (balisage des foyers d'EVEE)	2 jours AMO (intégré à la mesure encadrement AMO 2) + 2 jours botaniste (1 000€/j)	2 000 € H.T. (p.m. : 4 000 € H.T pour la totalité)
Encadrement pendant travaux d'éradication (initiation, suivi et réception)	Intégré à la mesure d'encadrement AMO2	p.m.
Mini-pelle et débroussailleuse thermique avec chauffeur	Intégré au défrichage	p.m.
Stockage puis enfouissement sous emprises projets ou Enlèvement en site spécialisé	Inclus dans le coût global du projet ou 150€/m ³ – environ 200 m ³	p.m. ou 30 000€ HT
Comptes-rendus transmis au service instructeur	2 jours (1 000€/jour)	2 000 € H.T.
TOTAL	Budget variant de 4 000 € H.T. à 34 000 € H.T.	



2.3. Bilan des mesures d'atténuation

Le tableau ci-après présente l'atténuation induite par les mesures d'intégration proposées pour chaque groupe biologique.

Cette atténuation permet une réévaluation des impacts bruts présentés en partie 5 (cf. colonne « Impacts résiduels »).

Tableau 46. Impacts des mesures d'atténuation

	Habitats naturels	Flore	Invertébrés	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux	Mammifères terrestres	Chiroptères
Mesure R1 : Adaptation du calendrier de démarrage des travaux en fonction de la phénologie des espèces (automne)	0	0	+	++	++	++	++	++
Mesure R2 : Défavorabilisation écologique en faveur de l'herpétofaune et des mammifères terrestres	0	0	0	++	++	0	++	0
Mesure R3 : Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux	0	0	0	+++	+	0	+	0
Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière	0	0	++	+	+	++	+	++
Mesure R5 : Adaptation de la clôture à la présence de la faune	0	0	+	+	+	0	++	+
Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD	+	+	+	0	0	+	+	++
Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	+	+	0	+	+	+	+	+++
Mesure R8 : Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique	0	++	++	+	+	+	+	++
Mesure R9 : Adaptation des pratiques lors du défrichement	0	0	++	++	++	++	++	+
Mesure R10 : Limitation des emprises travaux	++	++	++	++	++	++	++	++
Mesure R11 : Gestion écologique des OLD	+	+	++	++	++	++	++	++



Partie 4 : Propositions de mesures d'atténuation

	Habitats naturels	Flore	Invertébrés	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux	Mammifères terrestres	Chiroptères
Mesure R12 : Plantation de linéaires et petits bosquets à Argousiers	0	0	+++	+	+	+	+	+
Mesure R13 : Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes	++	++	+	+	+	+	+	+

Légende : les sigles 0 et + n'entraînent pas de réduction significative des impacts. A l'inverse seuls les sigles ++ et +++ entraînent une réduction significative des impacts (qui permet de diminuer d'au moins un niveau d'impacts)



2.4. Contrôle des préconisations et encadrement des travaux

■ Mesure AMO1 : mise en défens des secteurs à enjeu écologique notable

- **Mise en défens des stations de plantes-hôtes d'invertébrés, arbres-gîtes, limites d'emprise**

Cette mesure est ciblée essentiellement sur la plante-hôte du Sphinx de l'Argousier et les gîtes arboricoles de Chiroptères. Les mises en défens seront matérialisées par des barrières heras puis pérennisées par un balisage plus léger en phase de fonctionnement. Ils seront accompagnés de panneaux indicatifs « Espèce protégée – défense de pénétrer ».

■ Mesure AMO2 : audit écologique des travaux : formation et sensibilisation des maîtres d'œuvre à la prise en compte des enjeux écologiques

Plusieurs mesures de réduction d'impact ont été proposées dans le présent rapport. Afin de vérifier leur bon respect, un audit et un encadrement écologiques doivent être mis en place dès le démarrage des travaux. Ces audits permettront de repérer avec le chef de chantier les secteurs à éviter (pelouses, haies...), les précautions à prendre et vérifier la bonne application des mesures d'intégration écologique proposées. Cette assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) écologique se déroulera de la façon suivante :

- **Audit avant travaux.** Un écologue rencontrera le chef de chantier, afin de bien repérer les secteurs à éviter et d'expliquer le contexte écologique de la zone d'emprise. L'écologue effectuera des formations aux personnels de chantiers avant le début de travaux afin qu'ils prennent bien connaissance des enjeux et éventuels balisages.
- **Audit pendant travaux.** Le même écologue réalisera des audits pendant la phase de travaux pour s'assurer que les balisages mis en place sont bien respectés. Toute infraction rencontrée sera signalée au pétitionnaire.
- **Audit après chantier.** Le même écologue réalisera un audit après la fin des travaux afin de s'assurer de la réussite et du respect des mesures d'évitement. Un compte rendu final sera réalisé et transmis au pétitionnaire et aux Services de l'Etat concernés.
-
- **La phase d'encadrement de l'ensemble de la séquence E-R nécessitera *a minima* une centaine de jours de présence d'experts *in situ*.**
-

Qui	Quoi	Comment	Quand	Combien (estimation)
Ecologues (Bureaux d'études, organismes de gestion, associations...)	Suivi des différentes mesures de réduction	Audits de terrain + rédaction d'un bilan annuel	Avant, pendant et après travaux	Avant travaux : 50 journées min. Pendant travaux : 50 journées min. Après travaux : Intégration des suivis à la veille écologique Sa1 Intégration des suivis à la mesure d'accompagnement A6



PARTIE 5 : BILAN DES ENJEUX, DES IMPACTS BRUTS ET RESIDUELS ET DES MESURES ERC



1. BILAN DES ENJEUX, DES MESURES D'ATTENUATION ET IMPACTS RESIDUELS

Tableau 47. Évaluation des impacts résiduels sur les habitats

Habitat naturel	Surface de l'habitat dans la zone d'emprise (ha)	Statuts réglementaires	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels en phase de chantier	Impacts résiduels en phase de fonctionnement	Surface résiduelle impactée (ha)
Boisement de Peupliers blancs et noirs et fourré à Tamaris	6,2963	DH1	Modéré	Modéré	-	Modérés	Nuls	6,2963
Fourré ouest-méditerranéens de Tamaris et Roncier	0,39446	DH1	Modéré	Faible	-	Faibles	Nuls	0,39446
Fourrés ouest-méditerranéens de Tamaris	5,27895	DH1	Modéré	Modéré	-	Modérés	Nuls	5,27895
Peupleraie à Peupliers blancs et fourré à Tamaris	0,41446	DH1	Modéré	Faible	-	Faibles	Nuls	0,41446
Peupleraie à Peupliers blancs, Peupliers noirs, fourré à Tamaris et friche	0,31521	DH1	Modéré	Faible	-	Faibles	Nuls	0,31521
Peupleraie à Peupliers blancs	0,5302	DH1	Modéré	Modéré	-	Modérés	Nuls	0,5302
Prairie à joncs	0,10095	DH1	Modéré	Faible	-	Faibles	Très faibles	0,10095
Pelouse psammophile à joncs	1,02336	DH1	Faible	Faible	-	Faibles	Très faibles	1,02336
Friche psammophile	0,71298	-	Faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	0,71298
Boisement rudéral fragmenté de Peupliers noirs	0,5756	-	Faible	Très faible	-	Très faibles	Nuls	0,5756
Dune mobile	0,7856	-	Faible	Faible	-	Faibles	Très faibles	0,7856



Habitat naturel	Surface de l'habitat dans la zone d'emprise (ha)	Statuts réglementaires	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels en phase de chantier	Impacts résiduels en phase de fonctionnement	Surface résiduelle impactée (ha)
Friche à roncier et fourré à Tamaris	0,36476	-	Faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	0,36476
Phragmitaie et roncier	0,08299	-	Faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	0,08299
Reprise de peupleraie à Peupliers blancs	0,32609	-	Faible	Très faible	-	Très faibles	Nuls	0,32609
Haie	0,03142	-	Faible	Très faible	-	Très faibles	Nuls	0,03142
Pins épars suite à une coupe récente	1,37344	-	Faible	Faible	-	Faibles	Très faibles	1,37344
Fourré à Olivier de Bohême	0,04425	-	Très faible	Très faible	-	Très faibles	Nuls	0,04425
Friche rudérale	4,32978	-	Très faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	4,32978
Friche rudérale à Romarin	0,18987	-	Très faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	0,18987
Roncier	0,04172	-	Très faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	0,04172
Surface rudérale à végétation clairsemée	1,18336	-	Très faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	1,18336
Végétation rudérale	0,97418	-	Très faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	0,97418
Zone récemment débroussaillée	2,53083	-	Très faible	Très faible	-	Très faibles	Très faibles	2,53083
Bâtiment	0,5567	-	Nul	Nul	-	Nuls	Nuls	0,5567
Dépôt de déchets issus du bâtiment	0,07414	-	Nul	Nul	-	Nuls	Nuls	0,07414



Habitat naturel	Surface de l'habitat dans la zone d'emprise (ha)	Statuts réglementaires	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels en phase de chantier	Impacts résiduels en phase de fonctionnement	Surface résiduelle impactée (ha)
Parking	0,99691	-	Nul	Nul	-	Nuls	Nuls	0,99691
Réseau ferroviaire	0,54649	-	Nul	Nul	-	Nuls	Nuls	0,54649
Route et piste	4,56206	-	Nul	Nul	-	Nuls	Nuls	4,56206
Surface industrialisée en exploitation	17,5539	-	Nul	Nul	-	Nuls	Nuls	17,5539
Zone graveleuse	0,00914	-	Nul	Nul	-	Nuls	Nuls	0,00914

**Habitat d'intérêt communautaire (DH1), **Habitat d'intérêt prioritaire (DH1)*

*Légende des abréviations : cf. **Annexe 1** Critères d'évaluation*



Pour certains taxons, les impacts résiduels sont diminués du simple fait de la mise en œuvre d'autres mesures que les actions surfaciques, comme l'adaptation du calendrier écologique du démarrage des travaux, permettant de limiter significativement les impacts résiduels pour les espèces en activité à cette période de l'année (reptiles, amphibiens, oiseaux, mammifères). Une réduction du risque de destruction d'individus de quelques pourcentages peut avoir un effet significatif sur les populations à faibles effectifs notamment.

Ainsi, c'est l'ensemble des mesures de réduction qui permet de faire diminuer la plupart des impacts bruts, et même si une réduction surfacique n'est pas systématique.

Concernant spécifiquement les amphibiens, les valeurs d'impacts résiduels sont jugées modérées sur le Pélodyte ponctué, et faibles sur le Crapaud calamite et la Grenouille de Graf/Perez. Le Pélodyte est plutôt rare et peu abondant, et une destruction d'individus serait notable. Au contraire, le Crapaud calamite présente des effectifs importants sur la parcelle, entraînant donc un impact important. Ces deux espèces sont également susceptibles d'exploiter l'ensemble de la parcelle impactée. A contrario, le Pélodyte est vraiment peu présent sur la parcelle, mais bien représenté dans les alentours (golfe de Fos pris dans son ensemble), avec toutefois des effectifs en baisse (SILENE). L'impact sur les individus est donc jugé modéré. L'impacts sur la Grenouille de Pérez/Graf est jugé faible car il est probable que cette espèce ne s'éloigne que peu de ses sites potentiels de reproduction, la roubine à l'ouest, hors zone d'étude, la probabilité d'impacter des individus sur l'ensemble de la parcelle est donc limité, ce qui a permis d'estimer un impact uniquement faible sur l'espèce.



Tableau 48. Évaluation des impacts résiduels sur les espèces de la faune et de la flore

Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
Flore	Scammonée de Montpellier* (<i>Cynanchum acutum</i>)	Non impactée par le projet			-	Très fort	Nuls	-	Nuls	Non concerné
	Saladelle dure (<i>Limonium duriusculum</i>)	Bande sableuse, plage	-	NT	-	Fort	Modérés	-	Modérés	75-100 ind.
	Avellinie fausse fétuque (<i>Avellinia michelii</i>)	Non impactée par le projet			-	Fort	Très faibles	-	Très faibles	Non concerné
	Canne de Ravenne (<i>Tripidium ravennae</i>)	Friche sablonneuse	-	-	-	Modéré	Très faibles	-	Très faibles	1 ind.
	Rostraire du littoral (<i>Rostraria pubescens</i>)	Non impactée par le projet			-	Fort	Très faibles	-	Très faibles	Non concerné
	Blackstonie non perfolié (<i>Blackstonia imperfoliata</i>)	Non impactée par le projet			-	Fort	Nuls	-	Nuls	Non concerné
Invertébrés	Leste à grands stigmas (<i>Lestes macrostigma</i>)	Cycle biologique complet en dehors de la zone d'emprise	-	EN	VU	Très fort	Nuls	-	Nuls	Non concerné
	Hespérie de la Ballote (<i>Muschampia baeticus</i>)	Cycle biologique complet en dehors de la zone d'emprise	-	VU	VU	Fort	Nuls	-	Nuls	Non concerné
	Grillon maritime (Pseudomogoplies)	Cycle biologique complet en dehors de la zone d'emprise	-	-	-	Fort	Nuls	-	Nuls	Non concerné
	Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)	Argousiers/Cycle biologique complet	NI2	-	-	Fort	Modérés	R1, R3, R8, R10, R11, R12	Faibles	Non évaluable 0,7 ha



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										> 20 Argousiers
	Decticelle à serpe <i>Platycleis falx</i>	Jonchaies et friches psammophiles/Cycle biologique complet	-	-	NT	Fort	Faibles	R1, R4, R9, R11, R13	Faibles	Non évaluable 1,32 ha
	Caloptène occitan <i>Calliptamus wattenwylanus</i>	Pelouses psammophiles/Cycle biologique complet	-	-	LC	Modéré	Faibles	R1, R4, R9, R11, R13	Faibles	Non évaluable 0,65 ha
	Œdipode occitane <i>Œdipoda charpentieri</i>	Pelouses psammophiles/Cycle biologique complet	-	-	EN	Modéré	Faibles	R1, R4, R9, R11, R13	Faibles	Non évaluable 0,65 ha
	Criquet des dunes <i>Calephorus compressicornis</i>	Pelouses psammophiles/Cycle biologique complet	-	-	EN	Modéré	Faibles	R1, R4, R9, R11, R13	Faibles	Non évaluable 0,65 ha
	<i>Anomala ausonia</i>	Bois mort (Peupliers)/ Cycle biologique complet	-	-	-	Modéré	Faibles	R1, R4, R9, R11, R13	Faibles	Non évaluable 5,6 ha
	Cicindèle flexueuse <i>Lophyra flexuosa</i>	Pelouses psammophiles/Cycle biologique complet	-	-	-	Faible	Faibles	R1, R4, R9, R11, R13	Faibles	Non évaluable 0,65 ha
Amphibiens Reptiles	Pélodyte ponctué* (<i>Pelodytes punctatus</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR2 IBE3	LC	LC	Fort	Forts	R1, R2, R3, R9, R10, R11	Modérés	1-2 individus détruits 0,5 ha (repro) + 21,9 ha (phase terrestre) d'habitat détruit 0,2 ha (repro) + 6,8 ha (phase terrestre) d'habitat altéré



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Grenouille du complexe Pérez / Graf* (<i>Pelophylax perezii</i> /P. kl. <i>grafi</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR2 IBE3 CDH5 (<i>perezii</i>)	NT	NT	Modéré	Modérés	R1, R2, R3, R9, R10, R11	Faibles	1-2 individus détruits 0,3 ha (repro) + 21,9 ha (phase terrestre) d'habitat détruit 6,8 ha (phase terrestre) d'habitat altéré
	Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR2, CDH4, IBE2	LC	LC	Faible	Modérés	R1, R2, R3, R9, R10, R11	Faibles	1-5 individus détruits 0,5 ha (repro) + 36,9 ha (phase terrestre) d'habitat détruit 0,2 ha (repro) + 10,6 ha (phase terrestre) d'habitat altéré
	Rainette méridionale* (<i>Hyla meridionalis</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR2, CDH4, IBE2	LC	LC	Faible	Modérés	R1, R2, R3, R9, R10, R11	Faibles	1-2 individus détruits 0,3 ha (repro) + 21,9 ha (phase terrestre) d'habitat détruit 0,1 ha (repro) + 6,8 ha (phase terrestre) d'habitat altéré



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
Reptiles	Couleuvre de Montpellier* (<i>Malpolon monspessulanum</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR3, IBE3	LC	NT	Modéré	Modérés	R1, R2, R9, R10, R11	Faibles	1-2 individus détruits 15,7 ha d'habitat détruit 4,8 ha d'habitat altéré
	Coronelle girondine* (<i>Coronella girondica</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR3, IBE3	LC	LC	Modéré	Modérés	R1, R2, R9, R10, R11	Faibles	1-2 individus détruits 15,7 ha d'habitat détruit 4,8 ha d'habitat altéré
	Couleuvre à échelons* (<i>Zamenis scalaris</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR3, IBE3	LC	NT	Modéré	Modérés	R1, R2, R9, R10, R11	Faibles	1-2 individus détruits 15,7 ha d'habitat détruit 4,8 ha d'habitat altéré
	Couleuvre vipérine* (<i>Natrix maura</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR3, IBE3	NT	LC	Faible	Modérés	R1, R2, R9, R10, R11	Faibles	1-2 individus détruits 16,3 ha d'habitat détruit 5 ha d'habitat altéré
	Lézard des murailles* (<i>Podarcis muralis</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR2, CDH4, IBE2	LC	LC	Faible	Faibles	R1, R2, R9, R10, R11	Très faibles	1-5 individus détruits



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										25,5 ha d'habitat détruit 7,1 ha d'habitat altéré
	Couleuvre helvétique* (<i>Natrix helvetica</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR2, IBE3	LC	LC	Faible	Modérés	R1, R2, R9, R10, R11	Faibles	1-2 individus détruits 16,3 ha d'habitat détruit 5 ha d'habitat altéré
	Tarente de Maurétanie* (<i>Tarentola mauritanica</i>)	Tous milieux/cycle biologique complet	FRAR3, IBE3	LC	LC	Très faible	Faibles	R1, R2, R9, R10, R11	Très faibles	1-5 individus détruits 42,3 ha d'habitat détruit 12,4 ha d'habitat altéré
Oiseaux Oiseaux	Rollier d'Europe* (<i>Coracias garrulus</i>)	Arbres à cavité (nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	LC	NT	Fort	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										Dérangement d'individus (migration)
	Busard des roseaux* (<i>Circus aeruginosus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	NT	EN	Modéré	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (nidification et alimentation)	IBE2 NO3	LC	VU	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (10,3 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (10,2 ha) Dérangement d'individus (migration)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Effraie des clochers* (<i>Tyto alba</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3 CCA	LC	EN	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (2,7 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,7 ha) Dérangement d'individus (migration/hive rnage)
	Faucon hobereau* (<i>Falco subbuteo</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3 IBO2 CCA	LC	NT	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Huîtrier pie* (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Bordure de la Darse 1 (nidification et alimentation)	IBE3 IBOAE CDO22 OC3	LC	CR	Modéré	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Nuls	Dérangement d'individus (migration/hive rnage)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Huppe fasciée* (<i>Upupa epops</i>)	Arbres à cavités (Nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE3 NO3	LC	LC	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (9,9 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Œdicnème criard* (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	LC	NT	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (13,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (14,2 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (4 ha) Dérangement d'individus



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										(migration/hivernage)
	Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)	Arbres à cavités (Nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3 CCA	LC	LC	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	Milieux ouverts et talus riches en terriers de lapins (nidification) Milieux littoraux (bords de darse) (alimentation)	IBE2 NO3 IBO2 IBOAE	LC	LC	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat de nidification (1,4 ha) Altération d'habitat de nidification (0,2 ha)
	Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	LC	LC	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (2 ha) Altération d'habitat



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Milieux ouverts (alimentation)	NO3 IBE3	LC	NT	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hive rnage)
	Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	LC	-	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration/hive rnage)
	Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	Bosquets de peupliers (nidification)	NO3 IBO2 IBE3 CCA	LC	LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
		Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)								Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Bordure de la Darse 1 (alimentation)	NO3, IBO2, IBE2	NT	VU	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Milieux ouverts (nidification potentielle et alimentation)	NO3 IBE3	VU	LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification et d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	Milieux ouverts (alimentation)	NO3 IBE3	LC	VU	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	Milieux boisés (nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	NO3 IBO2 IBE3 NO6 CCA	LC	LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Faucon crécerelle* (<i>Falco tinnunculus</i>)	Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3 IBO2 CCA	NT	NT	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Fauvette à lunettes* (<i>Curruca conspicillata</i>)	Milieux semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3	EN	EN	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	Milieux semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3	LC	LC	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Milieus ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3 IBO2	LC	LC	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (16,9 ha) Altération d'habitat d'alimentation (4,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Héron cendré* (<i>Ardea cinerea</i>)	Bordure de la Darse 1 (alimentation)	NO3 IBE3 IBOAE	LC	LC	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Milieus ouverts et semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3	NT	NT	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (16,9 ha) Altération d'habitat d'alimentation (4,4 ha)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										Dérangement d'individus (migration)
	Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	Bordure de la Darse 1 (alimentation)	NO3, CDO1, IBE2	VU	LC	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	Milieux boisés (Nidification) Milieux ouverts et semi-ouverts (Alimentation)	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	LC	LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat de nidification (4,8 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (7,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (3,9 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	Milieux boisés (alimentation et nidification)	IBE2 NO3	VU	LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification et d'alimentation (5,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (2,6 ha)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										Dérangement d'individus (migration/hive rnage)
	Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	Milieus semi-ouverts (alimentation)	IBE2 NO3	VU	CR	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Très faibles	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	Milieus semi-ouverts (nidification et alimentation)	IBE2 NO3	VU	VU	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (2 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (7,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (3,9 ha) Dérangement d'individus (migration/hive rnage)



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Cortège des oiseaux nicheurs communs protégés* (34 espèces)	Tous types d'habitats (alimentation et nidification)	NO3	-	-	Très faible	Modérés	R1, R4, R6, R8, R9, R10, R11, R13	Faibles	Destruction d'habitat de nidification (27,9 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (12,4 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (8,2 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
Mammifères terrestres	Lapin de garenne (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Tous types de milieux/Cycle biologique complet	NGIB1	NT	-	Faible	Modérés	R1, R2, R3, R4, R5, R9, R10, R11	Faibles	1 à 25 individus détruits 14,8 ha d'habitat détruits 4,4 ha d'habitat altérés
	Hérisson d'Europe* (<i>Erinaceus europaeus</i>)	Milieux ouverts/ Cycle biologique complet	NM2, IBE3	LC	-	Faible	Modérés	R1, R2, R3, R4, R5, R9, R10, R11	Très faible	1 à 5 individus dérangés 12,7 ha d'habitat détruits 3,5 ha d'habitat altérés



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Putois d'Europe (<i>Mustela putorius</i>)	Tous types de milieux proches d'une masse d'eau/ Cycle biologique complet	IBE3, DH5	NT	-	Modéré	Modérés	R1, R2, R3, R4, R5, R9, R10, R11	Faibles	1 à 6 individus dérangés 14,8 ha d'habitat détruits 4,4 ha d'habitat altérés
	Crocidure de jardins (<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>)	Milieux ouverts/ Cycle biologique complet	IBE3	LC	-	Faible	Modérés	R1, R2, R3, R4, R5, R9, R10, R11	Faibles	Nombre d'individus impactés non estimables 15,4 ha d'habitat détruits 5 ha d'habitat altérés
	Rat des moissons (<i>Micromys minutus</i>)	Prairies humides (Jonchaies, phragmitaies...)/Cycle biologique complet	-	LC	-	Faible	Faibles	R1, R2, R3, R4, R5, R9, R10, R11	Très faibles	Nombre d'individus impactés non estimables 0,75 ha d'habitat détruits 0,8 ha d'habitat altérés
	Campagnol provençal (<i>Microtus duodecimcostatus</i>)	Milieux ouverts (Prairies, pelouses...)/ Cycle biologique complet	-	LC	-	Faible	Modérés	R1, R2, R3, R4, R5, R9, R10, R11	Faibles	Nombre d'individus impactés non estimables 3,7 ha d'habitat détruits



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										2,6 ha d'habitat altérés
	Écureuil roux* (<i>Sciurus vulgaris</i>)	Ripisylve/ Cycle biologique complet	NM2, IBE3	LC	-	Très faible	Faible	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R9, R10, R11	Très faibles	1 à 5 individus dérangés 9,5 ha d'habitat détruits 1,5 ha d'habitat altérés
Chiroptères	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Milieus ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2			Fort	Faibles	R1, R4, R6, R9	Très faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD Effectif : NE
	Murin à oreilles échancrées* (<i>Myotis emarginatus</i>)	Milieus boisés, milieux semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2			Fort	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels Effectif : NE
	Minioptère de Schreibers* (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Milieus ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Très faibles	R1, R4, R6, R9	Très faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD Effectif : NE



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Molosse de Cestoni* (<i>Tadarida teniotis</i>)	Tous milieux - Chasse et transit	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Très faibles	R1, R4, R6, R9	Très faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD Effectif : NE
	Petit/Grand murin * (<i>Myotis blythii/myotis</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Faibles	R1, R4, R6, R9	Très faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD Effectif : NE
	Pipistrelle pygmée* (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels Effectif : NE
	Sérotine commune* (<i>Eptesicus serotinus</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Faibles	R1, R4, R6, R9	Très faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD Effectif : NE



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
	Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels Effectif : NE
	Murin Cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels Effectif : NE
	Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Milieux boisés, milieux semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes arboricoles potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										Effectif : NE
	Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	Milieus humides, lisières - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Faible	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels Effectif : NE
	Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Faible	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5 arbres gîtes potentiels Effectif : NE
	Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	Tous milieux - Chasse et transit Gîtes anthropiques et arboricoles potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Faible	Modérés	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD 24 arbres gîtes potentiels et 1 patch de 5



Groupe considéré	Espèce	Interactions habitats/espèces	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Impacts résiduels	Surface résiduelle et nombre d'individus impactés
										arbres gîtes potentiels Effectif : NE
	Oreillard gris* (<i>Plecotus austriacus</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit Gîtes anthropiques potentiels	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Faible	Faibles	R1, R4, R6, R9	Très faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD Effectif : NE
	Vespère de Savi* (<i>Hypsugo savii</i>)	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, milieux humides - Chasse et transit	NM2, CDH4, IBE2, IBO2			Faible	Très faibles	R1, R4, R6, R9	Très faibles	19,6ha emprises 13,3ha OLD 2,6km emprises 466m OLD Effectif : NE

*Espèce protégée

Légende des abréviations : cf. **Annexe 1** Critères d'évaluation

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------



2. EFFETS DU CUMUL DES INCIDENCES

Les effets cumulés sont les changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres « projets existants ou approuvés ». Cela signifie que l'effet de l'ensemble des structures pourrait avoir un effet global plus important que la somme des effets individuels.

2.1. Projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés

L'inventaire a été établi sur la base des projets ayant fait l'objet :

- D'un avis de l'autorité environnementale publié sur le site officiel de la MRAe Provence-Alpes-Côte d'Azur à la date du 15/03/2024, avec une antériorité de moins de 3 ans.
- D'une consultation ou en cours d'enquête publique ;

Et ce, conformément à l'article R122-5 / 5° / e) du code de l'environnement qui stipule :

e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées.

- *Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés.*
- *Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés.*
- *Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact :*
 - *– ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une consultation du public ;*
 - *– ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.*
- *Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage "*

Le périmètre d'étude de l'analyse des incidences cumulées a été choisi arbitrairement au sein de la zone géographique incluant le Golfe de Fos, les Coustières de Crau, la plaine de Crau, considérant que les incidences de projets plus éloignés étaient négligeables au-delà de ce périmètre pour les compartiments biologiques à forte capacité de dispersions.

La recherche des projets pouvant cumuler leurs impacts au projet Mistral s'est également appuyée sur la concertation publique engagée en 2024 sur le territoire situé entre l'étang de Berre et la Zone Industriale-Portuaire de Fos-sur-Mer qui a permis de recenser 51 projets industriels en lien direct ou indirect avec le territoire situé entre Berre et la ZIP de Fos-sur-Mer, et pouvant engendrer des impacts sur le volet naturel.



Carte 68 : Localisation des 51 projets identifiés à la fin du débat public (coordonné par la CNDP) comme contributeurs potentiels à la vocation industrielle de la zone Fos-Berre.

Source : Commission Nationale du Débat Public (CNDP) – conception Eclectic Experience & Le Plan

Parmi ces 51 projets, 11 projets sont situés à proximité immédiate pour tout ou partie de leurs zones de-projet.



Tableau 49. Liste des projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés

Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
Fos-sur-Mer	Projet de conversion électrolytique KEM ONE	Kem One	Arrêté 05/05/2022	0,8 km à l'ouest	Destruction de 0,42 ha de zones humides. Impacts résiduels forts : destruction de 4000 M² de pelouses clairsemées, abritant des espèces végétales patrimoniales (dont deux sont protégées) : Salicaire à feuilles de thym (<i>Limonium cuspidatum</i>), Statice dur (<i>Limonium duriusculum</i>) et Salicaire à trois bractées (<i>Limonium girardianum</i>). Incidences résiduelles faibles qui subsistent pour 4 espèces d'oiseaux protégées (Œdicnème criard, Pipit rousseline, Cochevis huppé et Cisticole des joncs) et 3 espèces de reptiles protégées (Couleuvre de Montpellier, Couleuvre à échelons, Couleuvre vipérine). Destruction de 15.000 M² d'habitats d'espèces d'insectes (Criquet des dunes et Truxale méditerranéenne)	Le risque de cumul d'impacts est faible pour la flore (espèces différentes). Le risque de cumul est faible pour les invertébrés, pour les oiseaux et pour les zones humides.
Fos-sur-Mer	Innovex : Projet de lotissement visant à accueillir des projets pilotes en lien avec la transition écologique et la mutation industrielle du territoire.	Grand Port Maritime de Marseille (GPMM)	Arrêté préfectoral du 19/02/2025	1,5 km au nord	Destruction de 1,81 ha de zones humides Incidences résiduelles fortes pour le Myosotis nain (destruction de plusieurs milliers d'individus et de 2,4 ha d'habitats) Incidences résiduelles faibles pour la Saladelle de Girard (destruction de 0,43 ha d'habitat d'espèce et effectif concerné réduit) et très faibles pour la Saladelle de Provence (destruction de 0,02ha d'habitat d'espèce + effectif réduit). Pour les autres compartiments,	Le risque de cumul d'impacts est nul pour la flore (espèces différentes du projet Mistral). Pour les autres taxons, le risque de cumul d'impacts est très limité voire nul. Le risque de cumul est faible pour les zones humides.



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
					les impacts résiduels sont estimés de nuls à très faibles.	
Fos-sur-Mer	Giga-usine de panneaux solaires sur 45 ha sur la zone industrielle portuaire – projet Carbon Giga Factory	CARBON SOLAR	Décret n°2024-677 du 3 juillet 2024 qualifiant de projet d'intérêt national majeur l'usine de production de panneaux photovoltaïques de la société Carbon à Fos-sur-Mer Avis MRAe 12 septembre 2024 Projet abandonné (19/05/226)	0,7 km au sud	Pour la flore, les impacts résiduels jugés modérés, pour la Saladelle de Provence (500 à 1000 individus détruits), la Saladelle dure (150 à 250 individus détruits) (non protégée), la Saladelle de Girard* (1000 à 2000 individus détruits), le Céraiste de Sicile * (30 à 100 individus détruits + 0,04 ha de surface d'habitat) et jugés faibles pour le Myosotis nain* (400 à 500 individus détruits ainsi que 0,18 ha d'habitats d'espèce). Les impacts résiduels sont jugés de faibles à modérés sur plusieurs espèces d'oiseaux (Coucou geai, Guêpier d'Europe, Huppe fasciée, Cochevis huppé, Cisticole des joncs, Oedicnème criard, Milan noir, Petit duc scops, Pipit rousseline, Tadorne de Belon) au regard de la destruction d'habitats d'alimentation et de nidification (destruction de 35 ha de zones humides) et sur plusieurs espèces de chiroptères.	Le risque de cumul est faible pour la flore, avec plusieurs espèces communes. Le risque de cumul est faible à modéré pour les amphibiens, faible pour les oiseaux, les invertébrés, les reptiles et les mammifères (dont les chiroptères) et modéré pour les zones humides.
Fos-sur-Mer	Extension de l'autorisation d'exploiter des activités de traitement des déchets industriels dangereux et non dangereux de la société SOLAMAT MEREX	SOLAMAT MEREX	12/01/2021	0,5km	Pas d'impacts faune-flore-habitats naturels identifiés.	Le risque de cumul des impacts est nul.
Fos-sur-Mer	Neocarb – projet centrée sur la production d'e-fuels	Elyse Energy	Enquête publique en cours et jusqu'en juillet 2026.	Attenant au Nord	Impacts résiduels forts sur la flore (Myosotis fluët, Impératrice cylindrique, Céraiste de Sicile), impacts résiduels modérés sur les reptiles, les	Le risque de cumul d'impacts est nul pour la flore (espèces différentes),



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
					oiseaux et les mammifères, faibles pour les amphibiens. Destruction de 30 ha de zones humides	modéré pour les reptiles, les oiseaux et les mammifères, ainsi que sur les zones humides.
Fos-sur-Mer	Aménagement du môle central : aménager le réseau routier de desserte en le complétant d'une voie secondaire d'environ 3 Km permettant la desserte fine des parcelles.	Grand Port Maritime de Marseille	/	Attenant à l'ouest	Impacts résiduels importants sur la flore (Myosotis nain), plus modérés sur les zones humides.	Le risque de cumul est nul pour la flore (Espèces différentes), modéré pour les oiseaux, les amphibiens et les reptiles, faible pour les invertébrés et les mammifères (dont les chiroptères). Risque de cumul modéré pour les zones humides
Fos-sur-Mer	Projet GraviHy - usine de production de fer réduit bas-carbone-	GraviHy et RTE	Bilan de la concertation publique de la CNDP 24 septembre 2025	Attenant au sud	Atteintes à la biodiversité fortes Atteintes aux zones humides fortes	Le risque de cumul est nul pour la flore (espèces différentes). Le risque de cumul est modéré pour les oiseaux, les amphibiens et les reptiles et faible pour les chiroptères. Le risque de cumul est fort pour les zones humides.
Fos-sur-Mer	Projet de production d'hydrogène bas carbone et de carburants de synthèse. – H4 Marseille Fos (ex H2V Fos)	H2V & RTE	Bilan de la concertation publique de la CNDP 24 septembre 2025	1km au sud	Atteintes à la biodiversité modérées et sur les zones humides faibles.	Destruction d'environ 16 ha de milieux naturels Le risque de cumul n'est pas évaluable à ce stade du projet.



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
Fos-sur-Mer	Développement de l'éolien flottant offshore de grande puissance (DEOS) : 75 hectares aménagés à terre et environ 45 hectares à flot	Grand Port Maritime de Marseille (GPMM)	Bilan de la concertation publique de la CNDP 24 septembre 2025	3km au sud	Pas d'informations précises à ce stade. Destruction d'environ 75 ha de milieux naturels dont 52 ha de zones humides	Le risque de cumul n'est pas évaluable à ce stade pour la faune et la flore. Le risque de cumul possible pour les zones humides est fort.
Fos-sur-Mer	Medhyterra : réaménagement d'une partie du terminal de Fos Tonkin (accueil actuel de GNL) par un terminal d'importation d'ammoniac bas-carbone en construisant un réservoir de stockage d'environ 30 000 m3 et en raccordant le terminal au réseau ferré national	Elengy	Bilan de la concertation publique 24 septembre 2025	1,2 km, de l'autre côté de la darse 1	Peu d'information à ce stade	Risque très faible Destruction d'environ 4 ha de milieux naturels
Isère→ Fos-sur-Mer	Rhône Décarbonation : création d'une chaîne de captage, transport, liquéfaction et chargement de navires de dioxyde de carbone (CO2)	Vicat, Société du Pipeline Sud Européen (SPSE), Elengy, RTE	Pas encore en phase de concertation continue, pas encore en instruction	0,8 km, de l'autre côté de la darse 1	Pas d'information à ce stade	Risque très faible Surface réduite mais des habitats similaires
Fos-sur-Mer	Elyfos : production d'hydrogène renouvelable et bas-carbone par électrolyse de l'eau à destination d'usages industriels principalement.	Air Liquide France Industrie	/	0,8km, de l'autre côté de la darse 1	Pas d'information à ce stade	Risque très faible Surface réduite, habitats dégradés mais avec similitude de milieux



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
Fos-sur-Mer	Barmar : corridor de transport d'hydrogène	Enagás, NaTran (ex GRTgaz), Teréga	/	6 km, en mer (au sud)	Pas d'information à ce stade	Risque faible mais avec habitats similaires en partie
Jonquières-Saint-Vincent (30) et Fos-sur-Mer (13)	Ligne électrique THT Jonquières-Saint-Vincent (30) et Fos-sur-Mer (13) : (30) et Fos-sur-Mer (13).	Réseau de transport d'électricité (RTE)	Concertation continue en cours	5,5 km en Crau (à l'est)	Impacts notables sur les oiseaux a priori	Risque très faible flore et faune à l'exception des oiseaux (risque modéré)
Fos-sur-Mer → Manosque (04)	Hyframed : Réseau de transport d'hydrogène en région Sud - Provence-Alpes-Côte d'Azur	NaTran (ex GRTgaz)	/	Attenant (à l'ouest)	Pas d'information à ce stade	Risque faible , habitats similaires



2.2. Analyse des effets cumulés

Le tableau suivant va reprendre, pour chaque taxon, les effets cumulés des projets avec ceux du projet à l'étude :

Les projets étudiés sont essentiellement situés sur le môle central car ils concernent des habitats et des espèces similaires. Il s'agit d'Innovex, Neocarb, Gravithy, H4, Desserte du môle central.

Thématiques	Effets cumulés potentiels		Commentaires
	Oui	Non	
Habitats naturels	X (Faibles)		Les certains habitats concernés par INNOVEX, NEOCARB, GRAVITHY et H4 sont assez similaires, et concernent sur leur plus grande surface des boisements à Tamaris. Les effets cumulés sur les habitats sont jugés faibles du fait que l'habitat principal est une tamaricaie et peupleraie, habitat très répandu localement.
Zones humides	X (Faibles)		Le cumul de surface de zones humides est important, mais les fonctionnalités impactées dégradées dans le projet Mistral, le cumul sur les fonctionnalités est faible.
Flore	X (Faibles)	X	Quelques espèce du projet Mistral communes avec le projet Carbon.
Insectes	X (Faibles)		Les impacts cumulés concernent le Criquet des dunes, la Decticelle à serpe, l'Ædipode occitane, le Sphinx de l'Argousier. La destruction d'habitat de ces espèces, localement abondants confère un cumul faible des impacts, au regard des surfaces et des effectifs concernés par Mistral, le Sphinx n'étant concerné que par le projet Neocarb et Mistral.
Amphibiens	X (Modérés)		Les projets vont avoir un impact cumulé modéré, en raison de la perte d'habitat étendue, les espèces du projet Mistral étant concernées par plusieurs autres projets.
Reptiles	X (Modérés)		Sur le môle central les continuités écologiques de déplacement des reptiles vont être dégradées, les surfaces d'habitat d'espèce détruites sont relativement importantes mais cela concerne des habitats relativement abondants localement. Le cumul est jugé modéré.
Oiseaux	X (Modérés)		Les projets vont impacter quelques espèces en commun, avec principalement des espèces liées aux milieux fermés (nidification) notamment le Coucou-geai, la Huppe fasciée, le Petit-duc scops, concernés par plusieurs projets sur le môle central (Neocarb, Gravithy, H4). L'Ædicnème criard est également concerné par plusieurs projets (perte d'habitat étendue). Le cumul est jugé modéré.
Mammifères terrestres	X (Faibles)		Les projets vont avoir un effet cumulé sur la destruction d'habitat des espèces, qui sont largement représentés au sein de la ZIP de Fos



Chiroptères	X (Modérés)		Les projets vont impacter les mêmes cortèges, avec des espèces liées aux milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation), et anthropiques (gîte au nord de u môle central). Des corridors de déplacement vont être supprimés. Cela concerne plusieurs projets du môle central notamment (Neocarb, gravithy, H4). Des gîtes arboricoles détruits sont également concernés par le projet Neocarb.
Fonctionnalités écologiques	X (Faibles)		Le projet Mistral n'est pas vraiment concerné par une perte de fonctionnalités écologiques, mais un risque existe avec les autres projets du môle central.
Trame Verte et Bleue	X (Négligeable)		Comme cela a été précisé dans l'état initial, la zone du projet de Mistral n'est concernée par aucun périmètre TVB du SRCE. En effet, les réservoirs de biodiversité les plus proches (au niveau du Caban pour la trame verte et au niveau d'Arcelor pour la trame bleue, présentent des ruptures de continuités : voie SNCF et réseaux routiers pour le Caban et darse 1 pour Arcelor. Il n'y a donc naturellement peu d'échanges fonctionnels entre les zones de la TVB et la zone d'étude, hormis pour les espèces à fortes capacités de dispersion comme les oiseaux ou les chiroptères. C'est pour cela qu'un impact cumulé jugé négligeable a été évalué ici.



3. COMPARAISON DES DIFFERENTS SCENARIOS PROSPECTIFS

Tableau 50. Synthèse des scénarios prospectifs

Thématique	Scénario de référence	Aperçu de l'évolution de l'état actuel		
		Scénario alternatif 1 :	Scénario alternatif 2 :	Scénario alternatif 3 :
		Mise en place du projet industriel Mistral	Remise en état suite à l'arrêt de l'usine Marcegaglia	Site laissé à l'abandon
Milieu naturel	La zone d'étude présente une naturalité non originelle, puisque les habitats naturels actuels se sont développés à la suite du dépôt des remblais issus du creusement de la darse 1 dans les années 1960. Au sein de la zone d'étude, les milieux à Tamaris et Peupliers blancs sont bien représentés mais sont tous en état de conservation inadéquat, en raison de l'activité industrielle actuelle, le sol remanié et l'envahissement de ces milieux par des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes. Dans les milieux les plus naturels, les sols sont sablonneux permettant le développement d'une faune et d'une flore spécialisée (plantes, insectes notamment). Malgré des habitats naturels dégradés et au développement récent (depuis les années 1960), des enjeux écologiques relativement importants ont été mis en évidence (oiseaux, chauves-souris et invertébrés notamment)	Sous réserve de la mise en place des mesures de réduction et d'accompagnement proposées, les impacts résiduels du projet sont globalement modérés (Pélodyte cultripède, Sphinx de l'Argousier) à très faibles.	La remise en état suite à l'arrêt de l'activité industrielle de Marcegaglia devrait tendre vers le retour aux habitats naturels qui se sont développés sur le môle central après les années 1960 avec des peuplements à tamaris et Peupliers en mosaïque avec des pelouses psammophiles. D'autres habitats de zones humides pouvant se développer également (jonchaie, pelouse à scirpoïdes etc). Le démantèlement total des aménagements et des matériaux stockés durant l'activité industrielle permettra de retrouver rapidement des milieux ouverts sablonneux. L'extraction des matériaux non sablonneux qui auront été déposés pour accueillir les bâtiments, et voiries ou auront été stockés dans le cadre de l'activité industrielle est indispensable. Le démantèlement de l'usine devra être couplé au traitement des EVEC (extraction) afin de réduire leur envahissement défavorable à la flore locale et aux pelouses psammophiles	Suite au démantèlement de l'usine, si aucune mesure de gestion n'est mise en place, les EVEC coloniseront fortement la zone. La végétation de type pelouses psammophiles aura du mal à s'exprimer en raison d'une compétition trop importante. La zone sera rudéralisée avec des habitats naturels fortement dégradés (friches, zones rudérales, bosquets d'Olivier de Bohême etc).
Evolution		Peu favorable pour le milieu naturel en l'absence de mesure de compensation	Favorable pour le milieu naturel avec mise en place de la gestion des EVEC	Défavorable pour les milieux naturels et les espèces de milieux ouverts.



PARTIE 6 : COMPENSATION



1. INTRODUCTION RELATIVE A LA COMPENSATION

En parallèle de l'étude complémentaire à la faune et la flore sur la zone de projet Mistral, et au regard des données bibliographiques naturalistes du môle central et des études faune et flore menées par Naturalia et Evinerude, une réflexion sur le besoin compensatoire prévisionnel (en amont de l'étude des impacts faune-flore) a été menée. Cette démarche a permis d'évaluer le **besoin compensatoire probable** du projet Mistral pour les **espèces mais aussi pour les zones humides**. Ainsi, sur les conseils du GPMM, en lien avec le cahier des charges préconisé par ECO-MED – à savoir une parcelle **pouvant compenser à la fois les habitats d'espèces mais aussi les fonctionnalités de zones humides**, une parcelle compensatoire située sur le territoire du GPMM, dans le secteur du Mas du Laget, au nord du parc éolien de Port-Saint-Louis du Rhône, a fait l'objet de visites par les experts d'ECO-MED. Ces visites se sont déroulées entre mars et avril 2026.

Toutefois, au regard des objectifs compensatoires (amélioration de la ressource trophique notamment, attraction et offre de gîte/nichoir pour les chiroptères et les oiseaux) envisagés, **cette parcelle a dû être abandonnée** par MARCEGAGLIA en tant que parcelle compensatoire pour le projet Mistral **afin d'éviter que cette parcelle ne devienne un piège écologique pour la faune (mortalité accrue de chiroptères et d'oiseaux possible au niveau des éoliennes)**.

En concertation avec la DREAL PACA et en lien avec la DDTM, un nouveau travail de recherche de **parcelles compensatoires mutualisées faune-flore et zones humides** a été menée avec le GPMM en avril 2026. De nouvelles parcelles ont ainsi été prospectées entre fin avril et début mai 2026 par les experts d'ECO-MED.

Les parcelles finalement retenues sont situées sur des terrains du GPMM, au sein du périmètre du PGEN (plan de gestion des espaces naturels) et ne font pas l'objet de mesures de gestion dédiées connues.

Concernant la forte valeur écologique de l'étang de l'oiseau, le travail d'expertise écologique des terrains compensatoires de 2026 a permis de mieux évaluer l'état de conservation de la mosaïque d'habitats présents (Tamariçaie, sansouire etc). Les études antérieures menées en 2025 par ECOMED pour le compte de Neocarb et les études actuelles menées dans le cadre de Mistral, font état de nombreuses menaces à l'équilibre écologique de cet écosystème (patrimonialité, fonctionnalités), lui-même plongé dans un grand ensemble de plus de 2000 ha de zones humides littorales. Notons comme menaces principales identifiées, les EVEC, la remontée du biseau salé et le dysfonctionnement et la vétusté du système hydraulique local.

- La parcelle de l'étang de l'Oiseau est située sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, à moins de 4 km de la zone projet, au sein de l'entité naturelle « Etang de l'oiseau » au nord de la route RD268 et au sud du parc éolien de Port-Saint-Louis du Rhône. Elle s'étend sur 114 hectares.

- La parcelle Bras mort/Relais est située sur la commune d'Arles à environ 4 km de la zone projet, dans un secteur naturel localisé au nord du canal de navigation du Rhône au port de Fos-sur-Mer et du parc éolien et à l'ouest du canal de navigation d'Arles à Bouc. Elle s'étend sur 4 hectares.

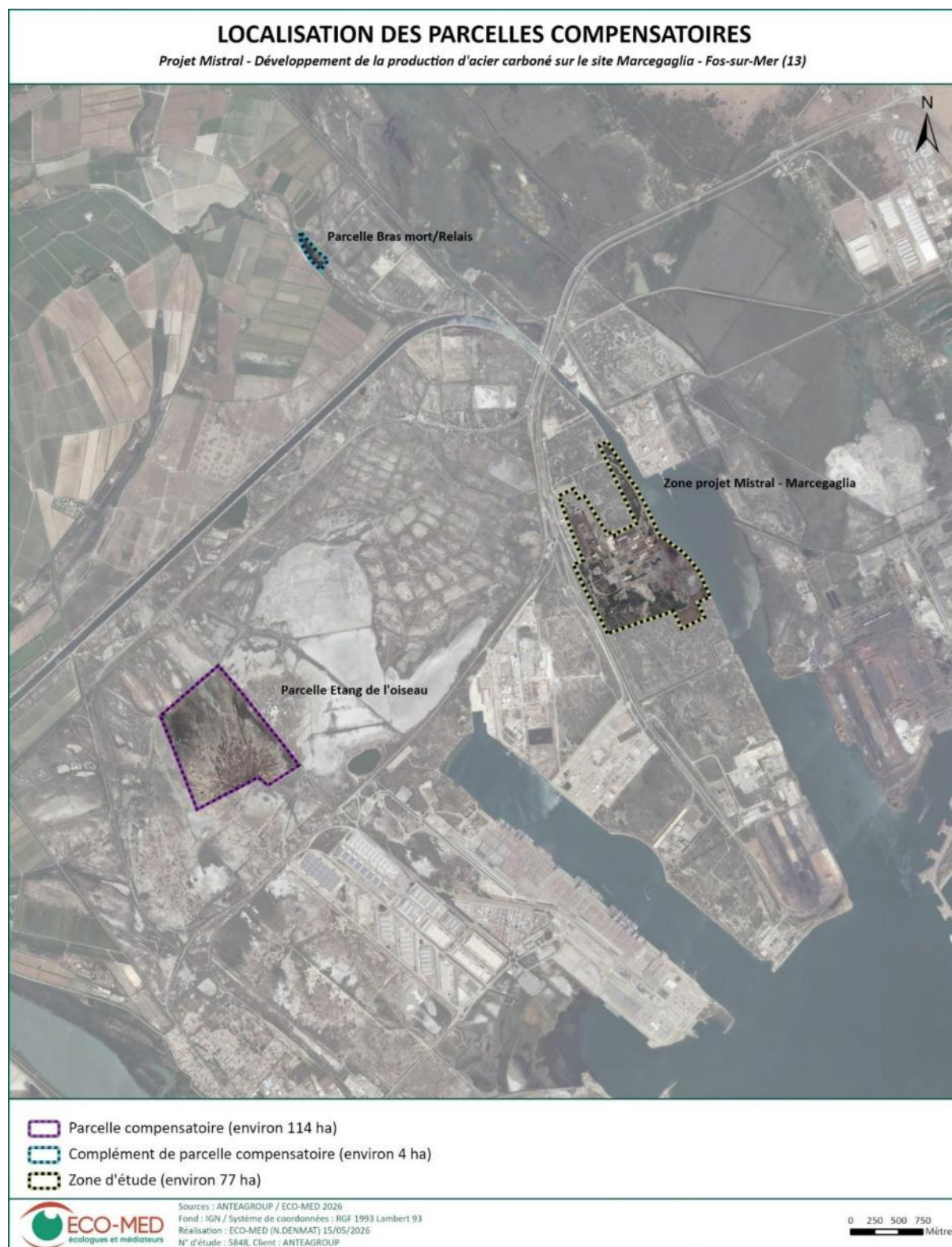
Des prospections Faune-Flore-Habitats ont été réalisées au cours du printemps et du début d'été 2026. Un pré-diagnostic écologique a été élaboré pour chaque groupe biologique étudié.

De plus, dans sa méthodologie, ECOMED a constamment recours aux **espèces potentielles**, c'est-à-dire les espèces qui pourraient trouver dans les milieux exploités par le projet des conditions de vie favorables, qu'une insuffisance d'inventaire et l'absence de prospection à certains moments clés de son observation saisonnière ne permettent pas d'avérer.

Par ailleurs, un **travail sur l'hydrologie, l'hydraulique et la géomorphologie** a été mené sur la nouvelle parcelle compensatoire de l'étang de l'oiseau par le bureau d'études en hydrogéomorphologie **Hydratis**. L'étude est une analyse succincte permettant de comprendre comment fonctionnent les parcelles compensatoires mises à l'étude. En particulier, il s'agit de comprendre s'il y a de l'eau présente dans ou autour des parcelles, de comprendre comment elle circule, d'où elle vient, où elle va, s'il y a des aménagements dédiés (prise d'eau, pompe, martelière), quelle est sa qualité chimique (salée, saumâtre, douce ?). Il s'agit aussi de comprendre le milieu physique où se trouvent les parcelles, leur histoire récente ou ancienne, leur texture de sol qui permet de comprendre le comportement (retenue, drainée ?) de l'eau dans les parcelles.

L'étude hydraulique met en évidence que la parcelle de l'étang de l'oiseau se situe sur un remblai salé d'environ 1 mètre d'épaisseur issu du creusement du canal de navigation du Rhône au port de Fos-sur-Mer mais aussi d'un apport de sédiments marins en provenance du bassin de la Gloria à Port-Saint-Louis-du-Rhône expliquant la forte teneur en sel des remblais. La problématique du sel apparaît comme importante à traiter dans la compensation.

L'étude hydraulique est consultable en fin de document, en annexe 12.





**Carte 69 : Localisation des parcelles compensatoires et situation par rapport à la zone d'étude
MISTRAL**

Dans les chapitres suivants, il est développé :

- l'état initial des deux parcelles compensatoires (Etat initial de la parcelle compensatoire « Etang de l'oiseau ») ;
- la démarche compensatoire en faveur des zones humides (Mesures compensatoires en faveur des zones humides) ;
- la démarche compensatoire dédiée aux espèces protégées (Mesures de compensation en faveur des espèces protégées) ;
- le programme de restauration écologique (mesures C1 à C9) et les trajectoires écologiques attendues ;
- les suivis écologiques des mesures (espèces et leurs habitats, et habitats ZH).

Au travers de la méthode pertes et gains, il s'agit de faire la démonstration que les éléments du vivant qui seront perdus dans le cadre du projet, pourront être compensés durablement au sein des parcelles compensatoires au travers de la création d'un gain écologique global.

2. ETAT INITIAL DE LA PARCELLE COMPENSATOIRE « ETANG DE L'OISEAU »

2.1. Description de la zone d'étude

La zone de compensation est située sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, dans le département des Bouches-du-Rhône, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Elle s'étend sur environ 114 hectares.

Elle est composée d'une **vaste sansouïre à salicorne frutescente** au nord de la zone d'étude, avec quelques zones plus clairsemées et maintenues ouvertes par le piétinement. Le sud de la zone est composé d'une **mosaïque de pelouses psammophiles et de tamaris**. La frontière entre ces deux types d'habitats forme une zone très favorable aux *Limonium* spp.

D'autres habitats sont présents de façon plus ponctuelle, incluant une **jonchaie** au sud de la zone, une **petite mare** servant d'abreuvoir au nord de la zone, ainsi que des **fourrés à Baccharis**. Le *Baccharis* est une espèce végétale exotique envahissante (EVEE), qui se développe au détriment de la flore locale. Une gestion par débroussaillage est opérée sur la zone, mais elle reste inefficace pour mettre fin à la propagation de l'espèce.

La présence de clôtures barbelées tout autour de la zone constitue une faible barrière écologique, aisément franchissable par la petite faune. Durant nos inventaires, les experts ont constaté la présence régulière de bovins sur la parcelle.



Pelouse psammophile et à salicorne frutescente



Sansouïre



Zone à végétation clairsemée



Mare



Jonchaie



Fourré à Tamaris

Aperçus de la zone d'étude

G. COUENON, 13/05/2025, Fos sur mer (13)



2.2. Habitats naturels

Les habitats naturels décrits ci-dessous sont classés par ordre d'enjeu, l'enjeu le plus fort étant situé en haut. Pour chaque classe d'enjeu, les habitats sont alors listés en fonction de leur représentation relative dans la zone d'étude ; le premier habitat de chaque classe est celui qui a le recouvrement le plus important, le dernier est celui dont la superficie est la plus restreinte.

Leur localisation est précisée dans la carte ci-après.

Au total, 11 types différents d'habitats naturels physionomiques et/ou mosaïques d'habitats ont été identifiés sur la zone d'étude. Parmi ces habitats, 6 présentent un enjeu local de conservation modéré. Deux habitats sont d'intérêt communautaire : il s'agit des prairies à joncs (1410) et des fourrés à Tamaris (92D0).

Tableau 51. Présentation des habitats naturels présents dans la zone d'étude

Illustration	Habitat naturel	Surface (ha)	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'Etude
	Pelouse à Salicorne frutescente	57,35739	A2.5262	-	H.	Favorable	Modéré
	Pelouse psammophile et Fourré à Tamaris	32,58771	E1.6 x F9.3131	92D0	- x H.	Favorable	Modéré



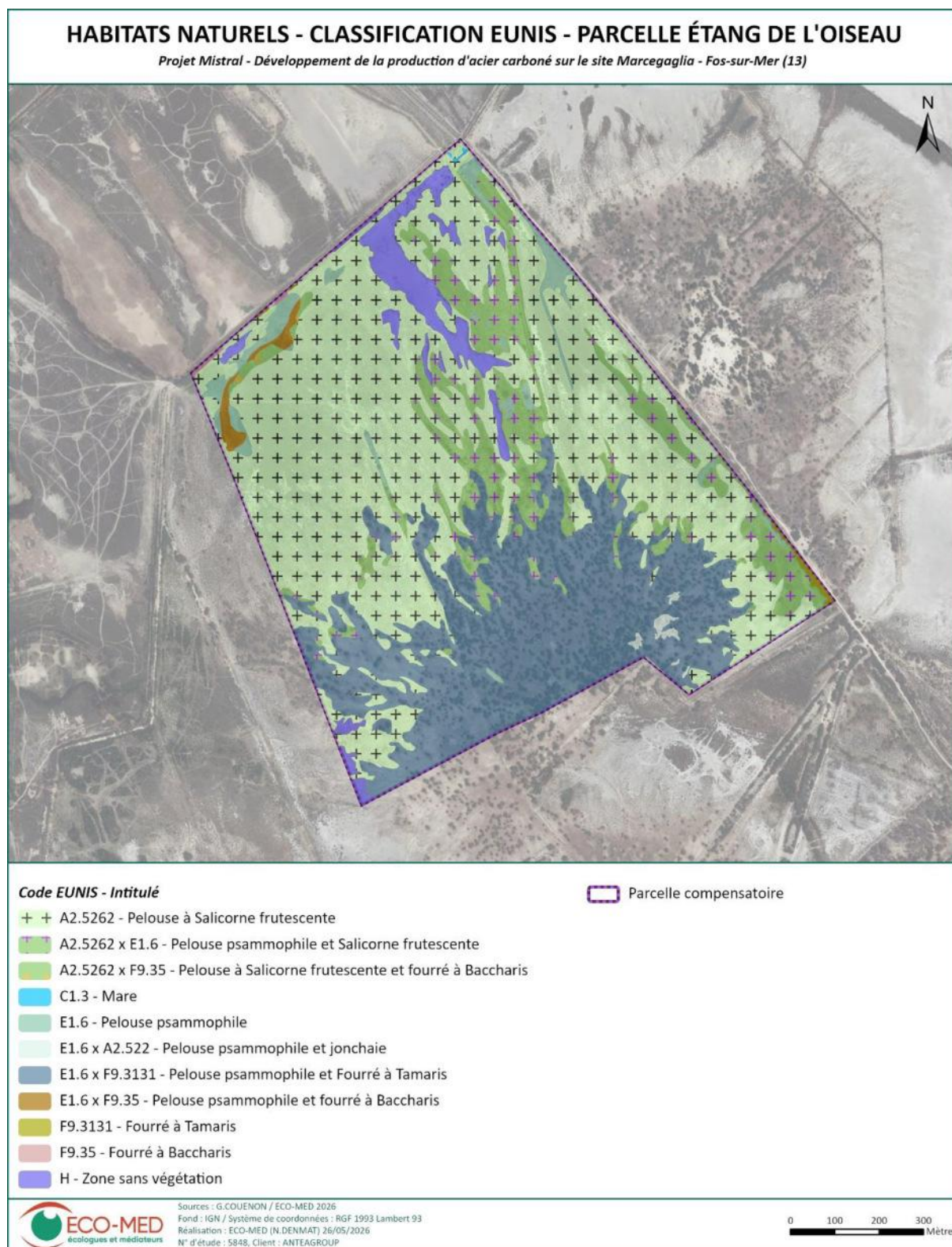
		Pelouse psammophile et Salicorne frutescente	14,72829	A2.5262 x E1.6	-	- x H.	Favorable	Modéré
		Pelouse psammophile	2,95684	E1.6	-	-	Favorable	Modéré
		Pelouse psammophile et jonchaie	0,32756	E1.6 x A2.522	1410	- x H.	Favorable	Modéré
		Fourré à Tamaris	0,26021	F9.3131	92D0	H.	Favorable	Modéré



		Zone sans végétation	4,70626	H	-	-	Favorable	Faible
		Pelouse psammophile et fourré à Baccharis	0,6898	E1.6 x F9.35	-	-	Défavorable inadéquat	Faible
		Pelouse à Salicorne frutescente et fourré à Baccharis	0,44621	A2.5262 x F9.35	-	- x H.	Défavorable inadéquat	Faible
		Mare	0,03753	C1.3	-	-	Défavorable inadéquat	Faible



			Fourré à Baccharis	0,10497	F9.35	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible
--	---	--	--------------------	---------	-------	---	---	--------------------------	-------------



Carte 70 : Habitats naturels présents dans la zone d'étude

2.3. Flore

Le cortège floristique observé correspond à celui des prairies saumâtres psammophiles, avec des espèces caractéristiques telles que la Queue-de-lièvre (*Lagurus ovatus*) et la Rostraire pubescente (*Rostraria pubescens*), le Plantain corne-de-cerf (*Plantago coronopus*). Quelques espèces de milieux perturbés ont également été observées



au sud de la zone, telles que le Chardon à capitules denses (*Carduus pycnocephalus*) ou le Chardon-Marie (*Silybum marianum*), ainsi que des espèces typiques des sansouïres comme la Soude vraie (*Suaeda vera*), la Salicorne frutescente (*Sarcocornia fruticosa*), le Limonium cuspidé (*Limonium cuspidatum*) et le Limonium de Narbonne (*Limonium narbonense*).

Sur la parcelle de compensation, trois espèces à enjeu ont été observées. Parmi elles, une espèce protégée présente un enjeu très fort : le Limonium cuspidé (*Limonium cuspidatum*), avec environ 20 000 pieds recensés. Et deux espèces non protégées présentent un enjeu modéré : l'Orge maritime (*Hordeum marinum*), avec 4 individus, et la Rostraire pubescente (*Rostraria pubescens*), avec près de 200 individus recensés.

Tableau 52. Espèces de plantes avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Limonium cuspidé* (<i>Limonium cuspidatum</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Très fort	Fort	Très fort
Chiendent allongé* (<i>Elytrigia elongata</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie, jonchaie	Fort	Fort	Fort
Statice de Girard* (<i>Limonium girardianum</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Fort	Fort	Fort
Myosotis fluet* (<i>Myosotis pusilla</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Modéré	Modéré	Modéré
Koélérie du littoral (<i>Rostraria pubescens</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Modéré	Modéré	Modéré
Orge maritime (<i>Hordeum marinum</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Modéré	Modéré	Modéré

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

Espèces à enjeu zone d'étude très

1.3.4. Les espèces exotiques envahissantes

Plusieurs espèces exotiques envahissantes ont été observées dans la zone d'étude lors des prospections :

Nom latin	Nom vernaculaire	Caractère envahissant
<i>Baccharis halimifolia</i> L., 1753	Séneçon en arbre	Majeur
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L., 1753	Olivier de Bohême	Majeur
<i>Symphyotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom, 1995	Aster écailleux	Majeur

ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



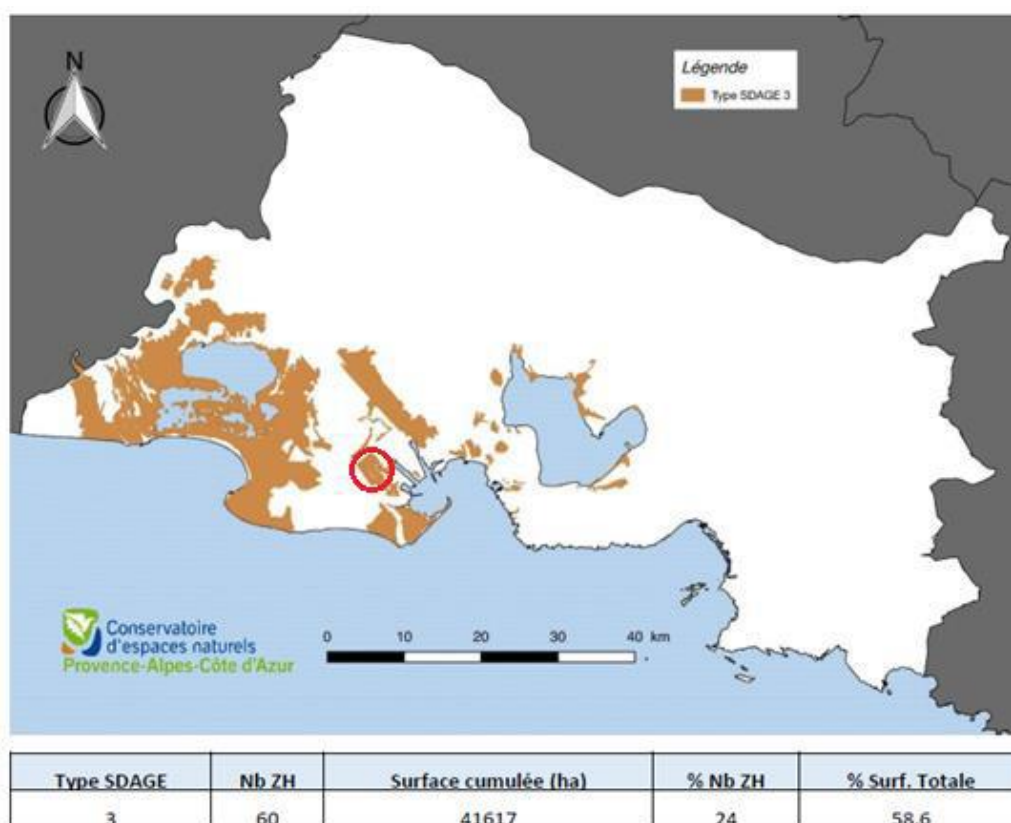
Carte 71 : Espèces exotiques envahissantes de la parcelle compensatoire de l'étang de l'oiseau

2.4. Zones Humides

- A l'échelle départementale :

Le Conservatoire d'espaces naturels PACA a mené un inventaire des zones humides des Bouches-du-Rhône pour améliorer les connaissances sur ces espaces. Basé sur des inventaires précédents (2001-2013) réalisés par la Tour du Valat et divers bureaux d'études (ECO-MED, ECOSPHERE et O2 TERRE), cet inventaire a été complété entre 2017 et 2018 pour actualiser les données et fournir un outil de gestion et de sensibilisation plus complet. Selon le rapport d'expertise² réalisé en 2019, le site de compensation appartient au type SDAGE n°3, qui correspond aux marais et bordures de milieux lagunaires.

Les principales menaces incluent la fragmentation des habitats (multiplication des infrastructures routières et bâtiments industriels), les pollutions locales et du bassin versant (pollutions industrielles), affectant les masses et cours d'eau ainsi que la modification de leur hydrologie (assèchement, remblais, etc.). Cela entraîne une perte de biodiversité et favorise l'expansion d'espèces pionnières peu exigeantes, notamment des espèces exotiques envahissantes telles que le Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), de l'Olivier de Bohême (*Elaeagnus angustifolia*) et de l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*).

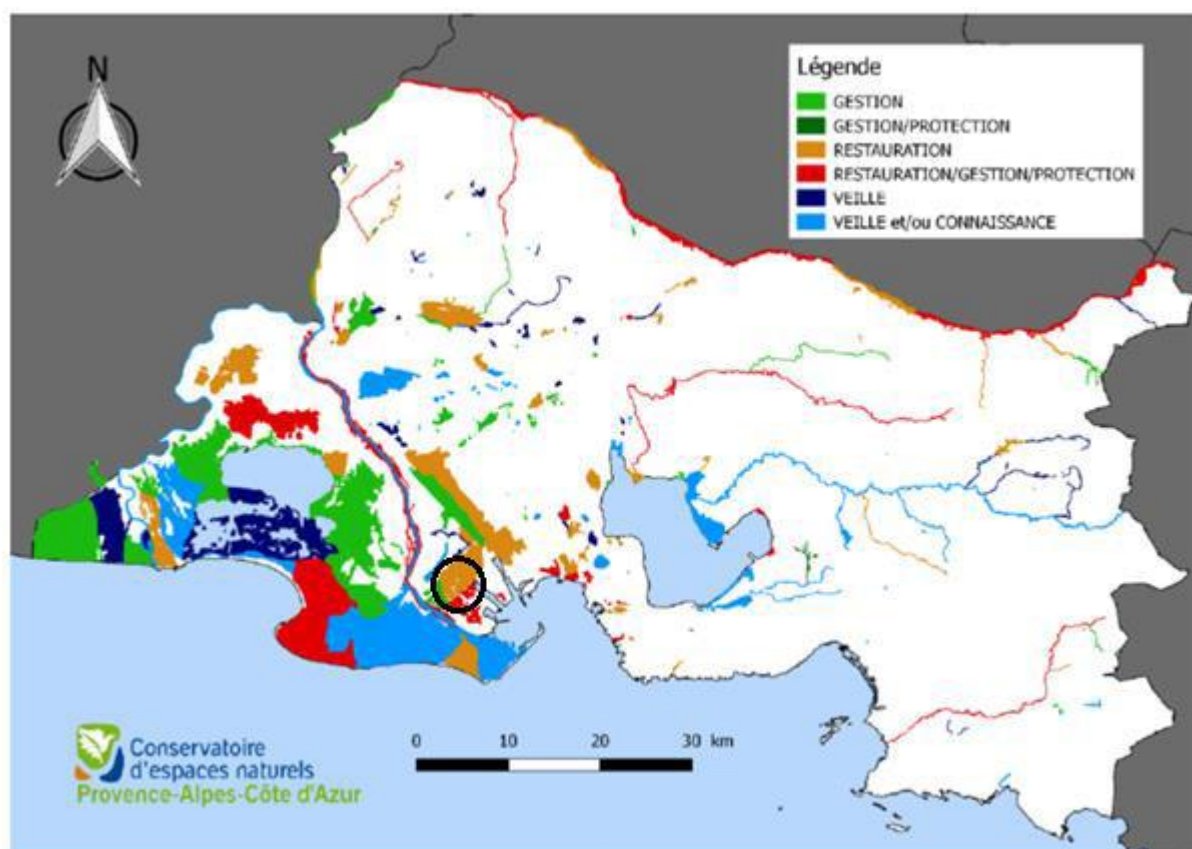


Carte 72 : Type SDAGE 03 – Marais et lagunes côtiers (source : Rapport d'expertise 2017-2018 - Inventaire des zones humides du département des Bouches du Rhône). Entourée de rouge, la localisation des parcelles compensatoires étudiées en 2026.

Ils représentent à eux seuls, plus de la moitié de la surface en zones humides du département (58,6%, plus de 72% en incluant les lagunes).

² Oulès E. avril 2019. Rapport d'expertise. Inventaire des zones humides du département des Bouches-du-Rhône 2017-2018. Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Département des Bouches-du-Rhône.

Ce type SDAGE, d'après le rapport d'étude, doit donc faire l'objet d'une considération prioritaire de premier plan en matière de préservation et de gestion des zones humides et doit ainsi être restauré (secteur orange dans la carte ci-dessous, dans lequel se situent les parcelles compensatoires).



Carte 73 : Bilan - Objectifs d'intervention – entouré de noir, localisation des parcelles de compensation étudiées en 2026

- A l'échelle locale :

La zone de compensation est une zone humide présentant des niveaux de dégradation variables selon les secteurs, allant de zones en bon état de conservation (prés salés) à des zones dégradées principalement par des espèces exotiques envahissantes (*Baccharis alimifolia*). Toute la parcelle choisie n'est toutefois pas actuellement concernée par des mesures de compensation en faveur des zones humides, c'est en particulier la moitié nord de la zone qui sera l'objet des travaux de génie écologique.

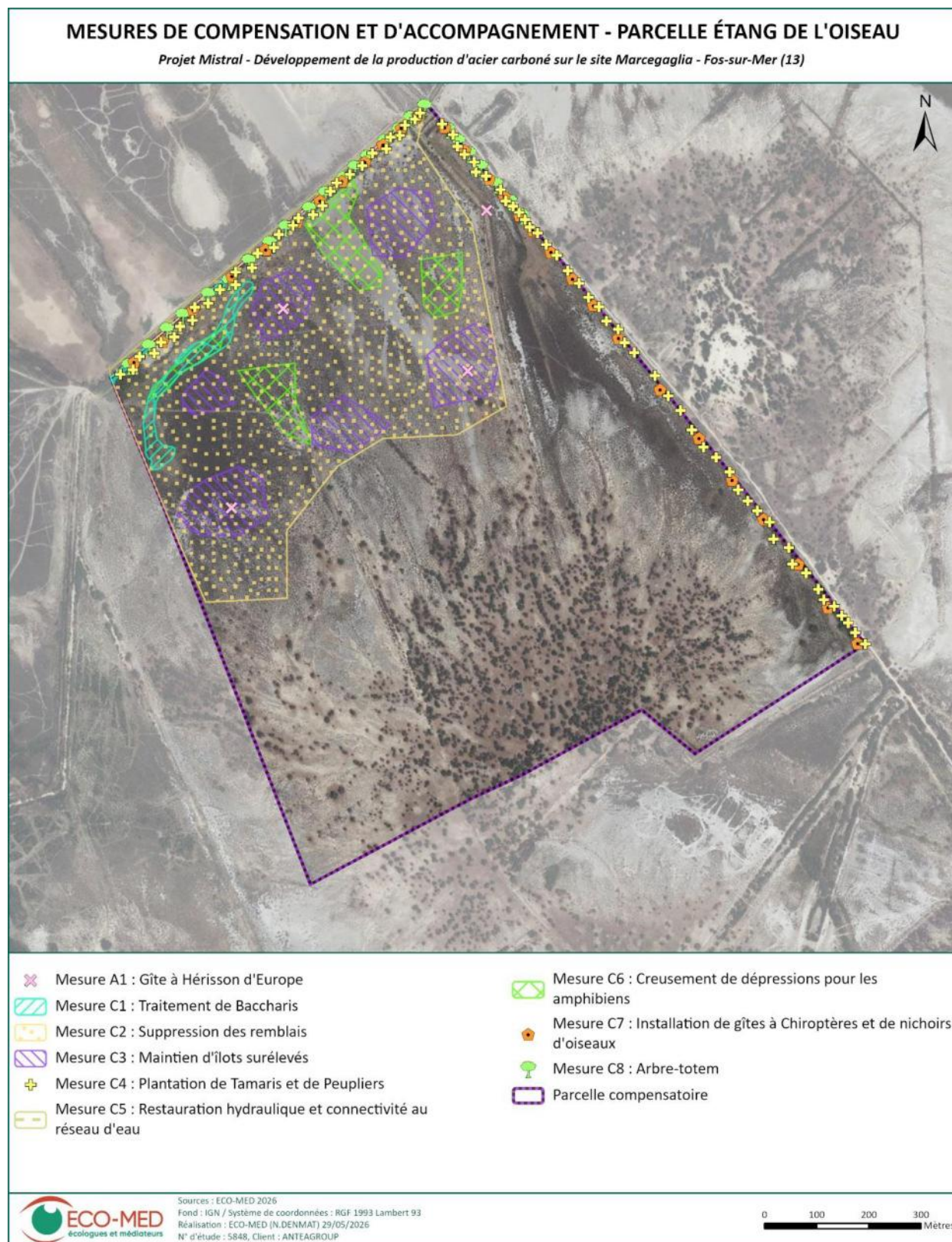
Les zones en bon état de conservation abritent des enjeux écologiques importants, tant pour la flore que pour la faune. On peut notamment citer les steppes à Saladelle et les marais salés pour la flore. Des habitats spécifiques, comme les pelouses psammophiles halophiles situées sur des zones sableuses au centre sud de la zone d'étude en mosaïque avec des tamaris, sont essentiels pour le gîte et l'alimentation en phase terrestre du **Pélobate cultripède** (*Pelobates cultripipes*) (espèce non concernée par le projet), ainsi que des mares avec une hydropériode suffisamment longue pour assurer sa phase de reproduction.

Il est donc important de prendre en considération l'ensemble des enjeux sur la zone de compensation pour que la restauration de la zone humide n'occasionne pas de dégâts supplémentaires (destruction directe, altération ou modification d'habitats...) sur les habitats ou les espèces floristiques et faunistiques en place.

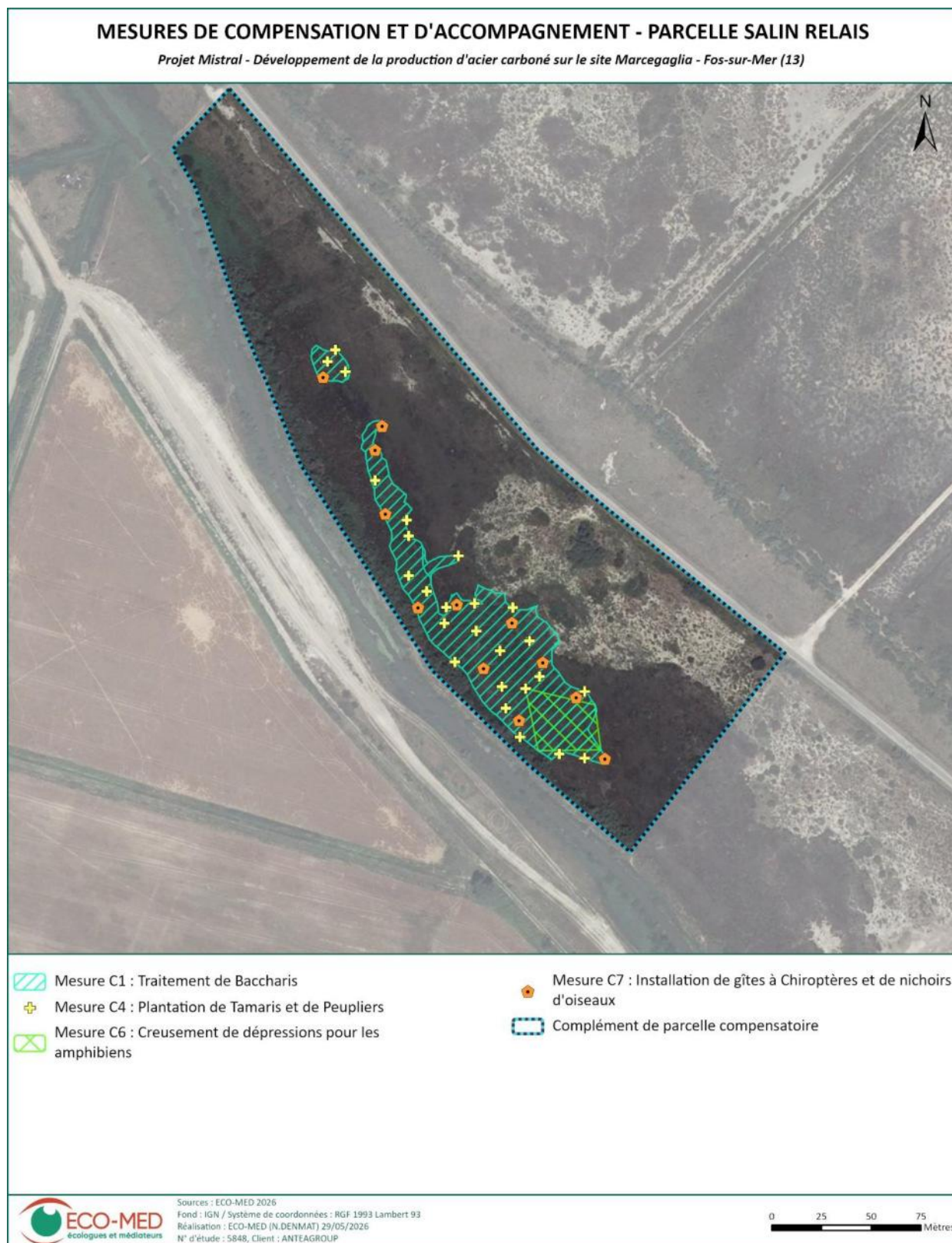
À cette fin, les secteurs qui feront l'objet de recommandations en vue d'une restauration plus active de zones humides sont ceux jugés en mauvais état de conservation, principalement affectés par le développement d'espèces exotiques envahissantes (*Baccharis*/Séneçon en arbre) :

La surface concernée a été cartographiée et correspond à une surface cumulée d'environ 11 ha (cf carte suivante) et les mesures envisagées à l'heure actuelle porteront en priorité sur :

- Le traitement d'espèces exotiques envahissantes,
- Le décaissement du sol et la création de dépressions humides,
- La reconnexion d'annexes hydrauliques pour favoriser l'engorgement du sol.



Carte 74 : Localisation de l'ensemble des mesures de compensation ZH + espèces - parcelle de l'étang de l'oiseau - Zone à restaurer pour la compensation zones humides



Carte 75 : Localisation de l'ensemble des mesures de compensation ZH + espèces - parcelle Bras mort/Relais - Zone à restaurer pour la compensation zones humides



2.5. Invertébrés

La visite du site en avril n'était pas des plus propice à l'observation de l'entomofaune spécialisée des milieux psammophiles et halophiles. Toutefois, les faciès de végétation présents dans la parcelle permettent d'envisager la présence fortement potentielle d'espèces caractéristiques.

La parcelle est de l'étang de l'Oiseau est constituée de milieux à substrat sablonneux, avec des gradients de salinité du sol en fonction de la topographie de la zone et de la texture du sol. Ainsi, dans les secteurs de sansouires, fortement salées et avec des surfaces faiblement couvertes de végétation, la **Cicindèle des marais** (*Cylindera paludosa*) est **fortement potentielle**. Les secteurs plus hauts, de pelouses psammophiles, pas ou peu salées, sont des habitats favorables au **Criquet des dunes** (*Calephorus compressicornis*). Les zones à végétation plus haute (Joncs) sont très favorables à la **Decticelle à serpe** (*Platycleis flax*), ces deux dernières espèces étant par le projet, non protégées.

Aucun milieu doux n'a permis d'avérer la présence de l'Argousier, plante-hôte du **Sphinx de l'Argousier*** (*Hyles hippophaes*), papillon protégé concerné par le projet Mistral.

Le **Leste à grands stigmas** (*Lestes macrostigma*) est connu du sud-ouest de la parcelle (SILENE, 2018). Il est lui aussi **fortement potentiel**, au niveau de la mare située dans la partie nord de la parcelle.

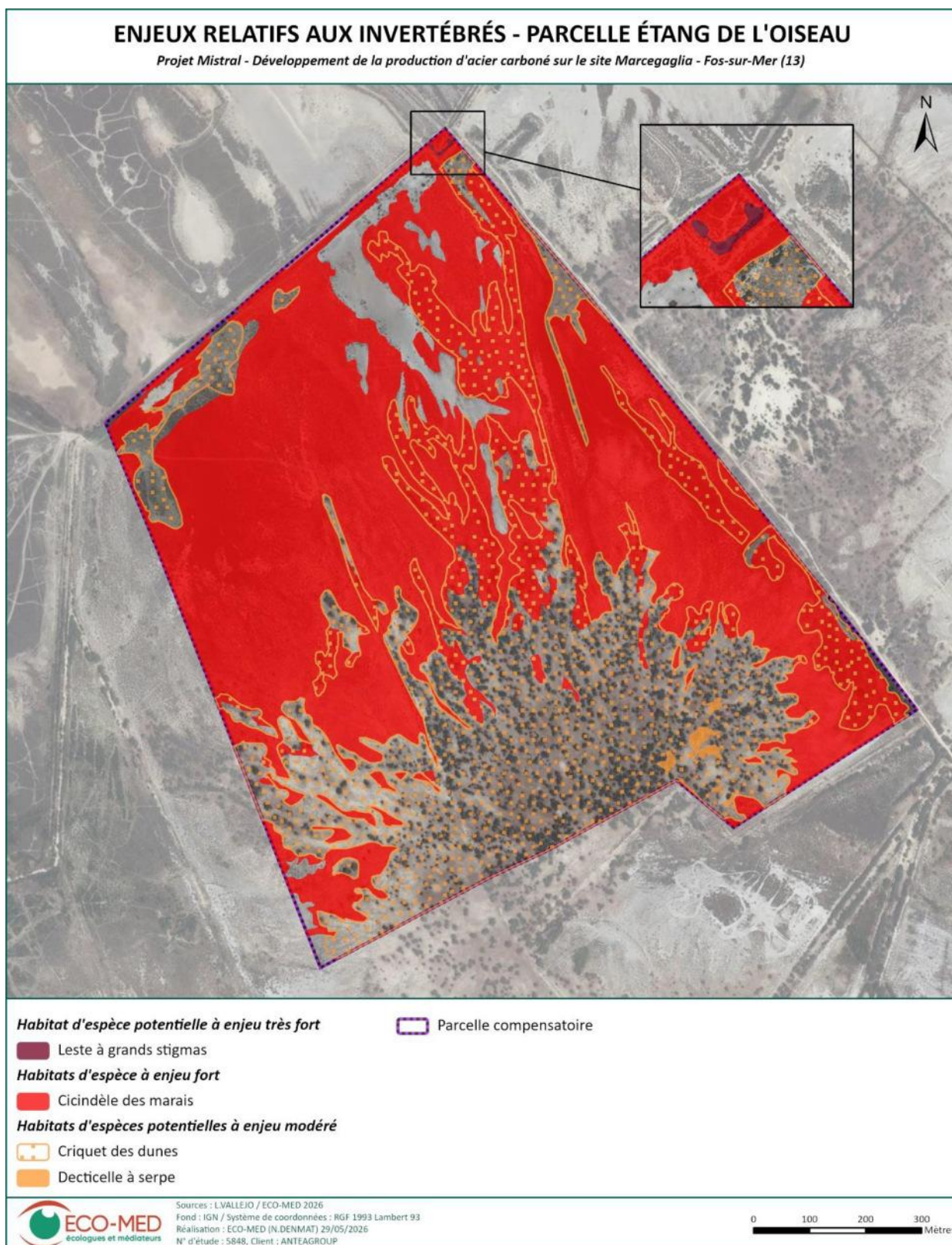
Les habitats sont en grande majorité en bon état de conservation pour ces espèces. Une restauration de milieux par élimination des EVEE pourrait leur permettre de retrouver des faciès encore plus favorables. Il n'est pas utile voire peu pertinent de favoriser d'autres espèces végétales qui ne sont pas déjà sur le site, au risque de créer des déséquilibres écologiques.

Tableau 53. Liste des espèces d'arthropodes avérées et potentielles sur la parcelle Est

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Leste à grands stigmas (<i>Lestes macrostigma</i>)	Canaux saumâtres, sansouires inondées, mares temporaires saumâtres	Très fort	Très fort	Très fort
Cicindèle des marais (<i>Cylindera paludosa</i>)	Sansouires, pelouses psammophiles faiblement végétalisées	Fort	Fort	Fort
Criquet des dunes (<i>Calephorus compressicornis</i>)	Pelouses psammophiles	Modéré	Modéré	Modéré
Decticelle à serpe (<i>Platycleis flax</i>)	Jonchaies et prairies hygrophiles	Modéré	Modéré	Modéré
Cicindèle flexueuse (<i>Lophyra flexuosa</i>)	Sansouires	Faible	Faible	Faible

Espèce protégée*

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------



Carte 76 : Enjeux entomologiques - parcelle compensatoire étang de l'oiseau



2.6. Amphibiens

L'inventaire mené en mai 2026 sur la parcelle compensatoire « Étang de l'Oiseau » a permis de mettre en évidence la présence de 2 espèces d'amphibiens : le **Crapaud calamite** (*Epidalea calamita*) et la **Grenouille rieuse** (*Pelophylax ridibundus*) à enjeu nul.

La zone de compensation comporte plusieurs habitats aquatiques favorables à la reproduction de la batrachofaune locale : un fossé bordant sa limite nord ainsi qu'une mare au nord-est.

Concernant la phase terrestre, la parcelle est principalement composée de sansouïre, habitat favorable au cortège batrachologique local, et notamment au **Pélobate cultripède** (*Pelobates cultripes*), espèce à enjeu très fort dont les populations à l'échelle locale se sont effondrées en raison de la perte d'habitat engendrée par la mise en place des divers projets industriels du Golfe de Fos-sur-Mer. L'espèce a récemment été observée dans le secteur de l'étang de l'Oiseau, avec plusieurs données datant de 2024, dont une à une centaine de mètres de la parcelle de compensation.

Les habitats ouverts sont également favorables à la présence du **Pélodyte ponctué** (*Pelodytes punctatus*) à enjeu fort ; dont les populations régressent également à l'échelle du Golfe de Fos-sur-Mer.

Les formations arbustives sont également favorables à la **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*) à enjeu faible, fréquemment retrouvée perchée dans la végétation.

En l'absence de prospection nocturne, ces espèces n'ont pas encore pu être avérées au sein de la parcelle compensatoire, mais elles sont donc jugées fortement potentielles.



Aperçu des habitats favorables à la batrachofaune (reproduction à gauche, phase terrestre à droite)

V. HALLOT, 13/05/2026, *in situ*

Tableau 54. Liste des espèces d'amphibiens avérées et potentielles sur la parcelle « Étang de l'Oiseau »

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Pélobate cultripède* (<i>Pelobates cultripes</i>)	Mare, canal (reproduction) Zones sableuses et broussailleuses (phase terrestre)	Très fort	Fort	Très fort
Pélodyte ponctué (<i>Pelodytes punctatus</i>)	Mare, canal (reproduction) Zones sableuses et broussailleuses (phase terrestre)	Modéré	Forte	Fort



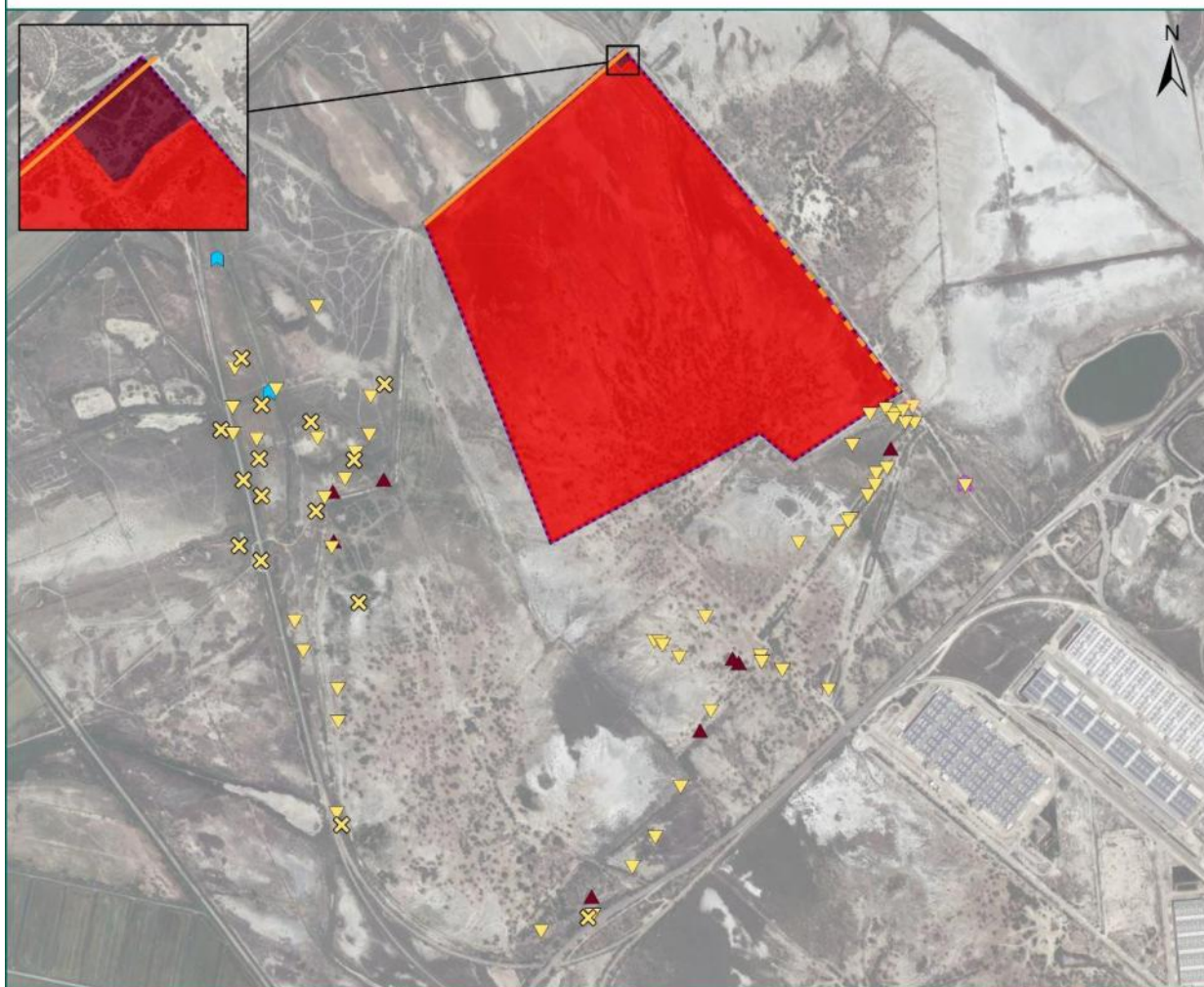
Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Complexe de Grenouille de Pérèz/Graf* (<i>Pelophylax perezii</i> – <i>Pelophylax kl. grafi</i>)	Canal, mare (reproduction) Zones buissonnantes (phase terrestre)	Modéré	Modérée	Modéré
Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Mare, canal, dépressions en eau (reproduction) Zones sableuses et broussailleuses (phase terrestre)	Faible	Modérée	Faible
Rainette méridionale* (<i>Hyla meridionalis</i>)	Mare, canal (reproduction) Zones buissonnantes (phase terrestre)	Faible	Modérée	Faible
Grenouille rieuse* (<i>Pelophylax ridibundus</i>)	Tous types d'habitats aquatiques et leurs abords	Nul	Faible	Nul

Espèce protégée*

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

ENJEUX RELATIFS AUX AMPHIBIENS - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Données bibliographiques ECO-MED

Espèce à E.Z.E très fort

- ▲ Pélobate cultripède*

Espèces à E.Z.E faible

- ▼ Crapaud calamite*
- ✕ Rainette méridionale*

Espèce à E.Z.E nul

- Grenouille rieuse*

Données ECO-MED de 2026

Espèce à E.Z.E faible

- ▼ Crapaud calamite*

Espèce à E.Z.E nul

- Grenouille rieuse*

Habitats d'espèces à enjeu modéré

Phase terrestre - Crapaud calamite*, Rainette méridionale*, Pélobate cultripède* (potentielle), Pélodyte ponctué* (potentielle) et Grenouille du complexe Pérez/Graf (potentielle)

Reproduction - Crapaud calamite*, Rainette méridionale*, Pélobate cultripède* (potentielle), Pélodyte ponctué* (potentielle) et Grenouille du complexe Pérez/Graf (potentielle)

Habitat d'espèces à enjeu très fort

Zone de reproduction - Crapaud calamite*, Rainette méridionale*, Pélobate cultripède* (potentielle), Pélodyte ponctué* (potentielle) et Grenouille du complexe Pérez/Graf* (potentielle)

Habitat d'espèces à enjeu fort

Phase terrestre - Crapaud calamite*, Rainette méridionale*, Pélobate cultripède* (potentielle), Pélodyte ponctué* (potentielle) et Grenouille du complexe Pérez/Graf* (potentielle)

Parcelle compensatoire

Carte 77 : Enjeux batrachologiques de la parcelle compensatoire « Étang de l'Oiseaux »



2.7. Reptiles

L'inventaire mené en mai 2026 sur la parcelle compensatoire « Étang de l'Oiseau » a permis de mettre en évidence la présence de 2 espèces de reptiles : la **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus*) à enjeu modéré et le **Lézard à deux raies** (*Lacerta bilineata*) à enjeu faible.

La parcelle comporte des habitats ouverts à semi-ouverts ainsi que des lisières favorables à l'herpétofaune locale.

Au regard des données bibliographiques disponibles dans le secteur, 8 espèces de reptiles sont jugée potentielles : la **Coronelle girondine** (*Coronella girondica*), la **Couleuvre à échelons** (*Zamenis scalaris*) et le **Seps strié** (*Chalcides striatus*) à enjeu modéré, la **Couleuvre helvétique** (*Natrix helvetica*), la **Couleuvre vipérine** (*Natrix maura*), l'**Orvet de Vérone** (*Anguis veronensis*) et le **Lézard des murailles** (*Podarcis muralis*) à enjeu faible et la **Tarente de Maurétanie** (*Tarentola mauritanica*) à enjeu très faible.



Habitats favorables à l'herpétofaune locale

V. HALLOT, 13/05/2026, *in situ*

Tableau 55. Liste des espèces de reptiles avérées et potentielles sur la parcelle « Étang de l'Oiseau »

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Couleuvre de Montpellier* (<i>Malpolon monspessulanus</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Coronelle girondine* (<i>Coronella girondica</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Couleuvre à échelons* (<i>Zamenis scalaris</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Seps strié* (<i>Chalcides striatus</i>)	Zones herbacées	Modéré	Modérée	Modéré



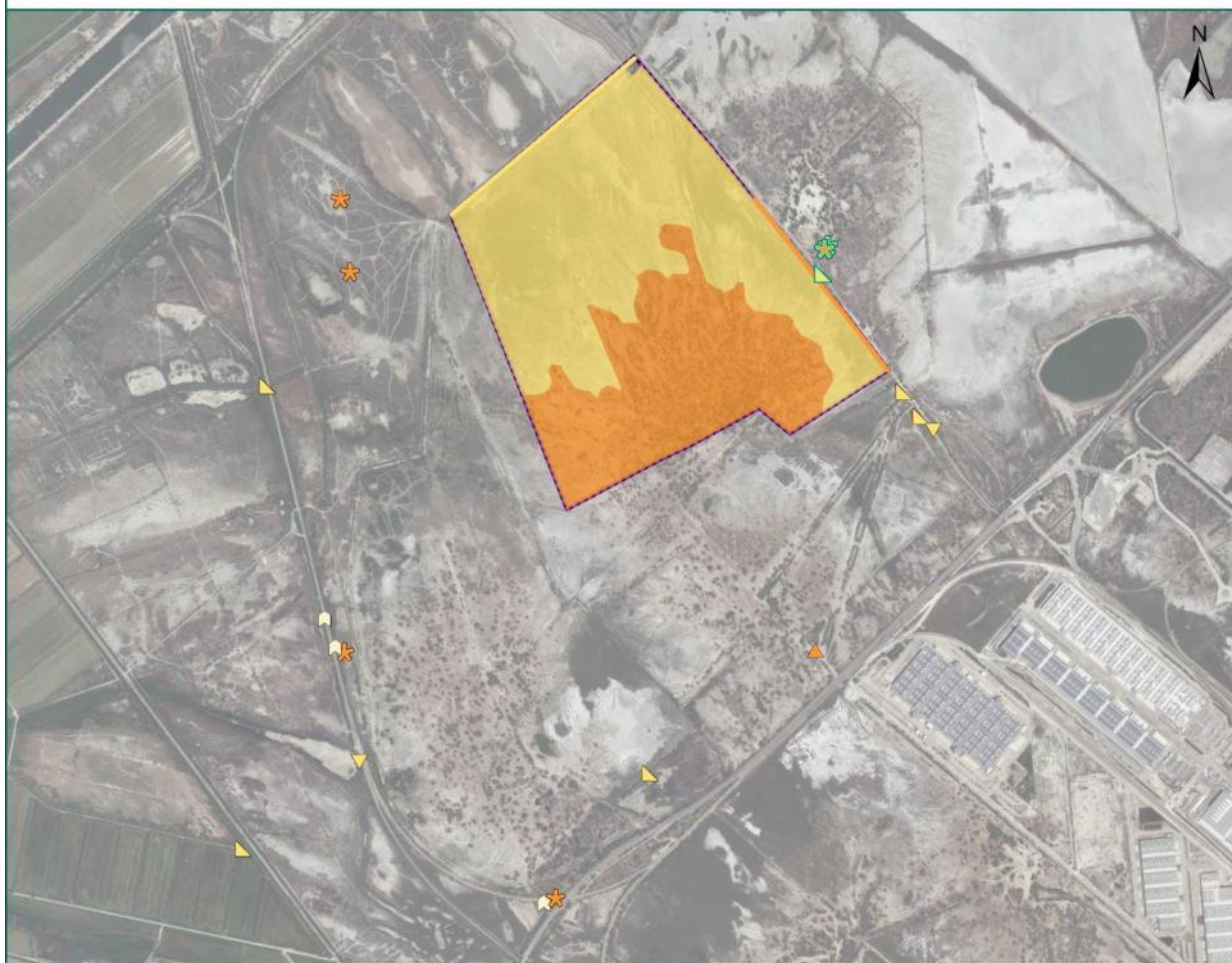
Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Lézard à deux raies* (<i>Lacerta bilineata</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Faible	Faible	Faible
Couleuvre helvétique* (<i>Natrix helvetica</i>)	Zones broussailleuses, lisières, milieux aquatiques	Faible	Modérée	Faible
Couleuvre vipérine* (<i>Natrix maura</i>)	Zones broussailleuses, lisières, milieux aquatiques	Faible	Modérée	Faible
Lézard des murailles* (<i>Podarcis muralis</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Faible	Faible	Faible
Orvet de Vérone* (<i>Anguis veronensis</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Faible	Faible
Tarente de Maurétanie* (<i>Tarentola mauritanica</i>)	Décombres anthropiques, blocs rocheux	Très faible	Faible	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

ENJEUX RELATIFS AUX REPTILES - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Données bibliographiques ECO-MED

Espèces à E.Z.E modéré

- ★ Couleuvre de Montpellier*
- ▲ Seps strié*

Espèces à E.Z.E faible

- ▼ Couleuvre vipérine*
- ▲ Lézard à deux raies*

Espèce à E.Z.E très faible

- 🏠 Tarente de Maurétanie*

Données ECO-MED de 2026

Espèce à E.Z.E modéré

- ★ Couleuvre de Montpellier*

Espèce à E.Z.E faible

- ▲ Lézard à deux raies*

Habitats d'espèces à enjeu modéré

Couleuvre de Montpellier*,
Lézard à deux raies*, Couleuvre
à échelons* (potentielle),
Coronelle girondine*
(potentielle), Couleuvre
helvétique* (potentielle),
Couleuvre vipérine*
(potentielle), Lézard des
muraillies* (potentielle) et Orvet
fragile* (potentielle)

Habitats d'espèces à enjeu faible

Couleuvre vipérine*
(potentielle) et Couleuvre
helvétique* (potentielle)

Couleuvre de Montpellier*,
Couleuvre à échelons*
(potentielle), Coronelle
girondine* (potentielle),
Couleuvre helvétique*
(potentielle), Couleuvre
vipérine* (potentielle) et Orvet
fragile* (potentielle)
Psammodrome d'Edwards*
(potentielle), Couleuvre
helvétique* (potentielle) et
Couleuvre vipérine*
(potentielle)
Parcelle compensatoire

Carte 78 : Enjeux herpétologiques de la parcelle compensatoire « Étang de l'Oiseau »



2.8. Oiseaux

Lors de l'inventaire effectué en avril 2026 sur la parcelle compensatoire, 46 espèces ont été avérées. A l'issue du passage effectué en mai 2026, 33 espèces ont été avérées au travers des différents habitats. 26 espèces bénéficient d'un statut de protection national. Les habitats sont représentés principalement par des milieux ouverts à salicorne, une zone de tamaris, et un petit plan d'eau au nord-est.

- Milieux ouverts : accueillent la **Fauvette à lunettes** (EZE – très fort), l'**Oedicnème criard**, le **Pipit rousseline**, le **Tadorne de Belon**, le **Tarier pâtre** (EZE – modéré), l'**Alouette des champs**, le **Bruant proyer**, le **Cochevis huppé** (EZE – faible), est considérée comme nicheuse certaine sur la zone d'étude. Plusieurs espèces sont également présentes en alimentation, la **Buse variable**, le **Busard Saint-Martin**, le **Circaète Jean-le-Blanc**, l'**Hirondelle rustique**, le **Guêpier d'Europe**, le **Milan noir** (EZE – faible) ces deux dernières espèces étant concernées par le projet.
- Haies et arbres : peuvent potentiellement accueillir le **Coucou geai**, la **Huppe fasciée**, deux espèces concernées par le projet, ainsi que la **Tourterelle des bois** (EZE- modéré), le **Faucon crécerelle**, le **Loriot d'Europe** (EZE – faible) en nidification. Cependant, concernant la Huppe fasciée, la présence de cavités est très limitée. Les prochains passages permettront de confirmer sa présence en nidification.
- Milieux humides : peut accueillir plusieurs espèces d'oiseaux d'eau notamment en alimentation tel que l'**Aigrette garzette** (EZE – faible)

Enfin, on note également **13 espèces** à enjeu zone d'étude très faible et bénéficiant d'un statut de protection national, nichant, s'alimentant ou utilisant la zone d'étude comme zone de passage. De nombreuses espèces (Balbuzard pêcheur, Canards, Flamant rose, Goéland leucopnée, Ibis falcinelle, Spatule blanche, Mouette rieuse...) de milieux humides transitent au-dessus de la zone pour rejoindre les zones d'alimentation ou de reproduction.

Tableau 56. Liste des espèces d'oiseaux avérées et potentielles sur la parcelle Est

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Fauvette à lunettes* (<i>Sylvia conspicillata</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Fort	Fort	Très fort
Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré
Effraie des clochers* (<i>Tyto alba</i>)	Bâti (nidification potentielle) Milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Fort	Fort	Modéré
Huppe fasciée* (<i>Upupa epops</i>)	Haies avec arbres à cavités (nidification potentielle) milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré
Oedicnème criard* (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré
Pipit rousseline* (<i>Anthus campestris</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré
Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	Cavité (garennas) (reproduction)	Modéré	Modéré	Modéré
Tarier pâtre* (<i>Saxicola rubicola</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré
Aigrette garzette* (<i>Egretta garzetta</i>)	Milieux humides (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Alouette des champs* (<i>Alauda arvensis</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Faible	Modéré	Faible



Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Milieus ouverts (nidification et alimentation)	Faible	Modéré	Faible
Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	Milieus ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	Milieus ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Milieus ouverts (nidification et alimentation)	Faible	Faible	Faible
Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	Milieus ouverts (nidification et alimentation)	Faible	Modéré	Faible
Faucon crécerelle* (<i>Falco tinnunculus</i>)	Arbres (nidification) Milieus ouverts (alimentation)	Faible	Modéré	Faible
Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Milieus ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	Milieus ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Cortège des oiseaux communs protégés* (voir annexe 8)	Tous les habitats (nidification et alimentation)	Très faible	Modéré	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle



Gobemouche noir, *Ficedula hypoleuca*
V. GAILLY, in situ (étang de l'oiseau), Fos-sur-Mer (13), 07/05/2026



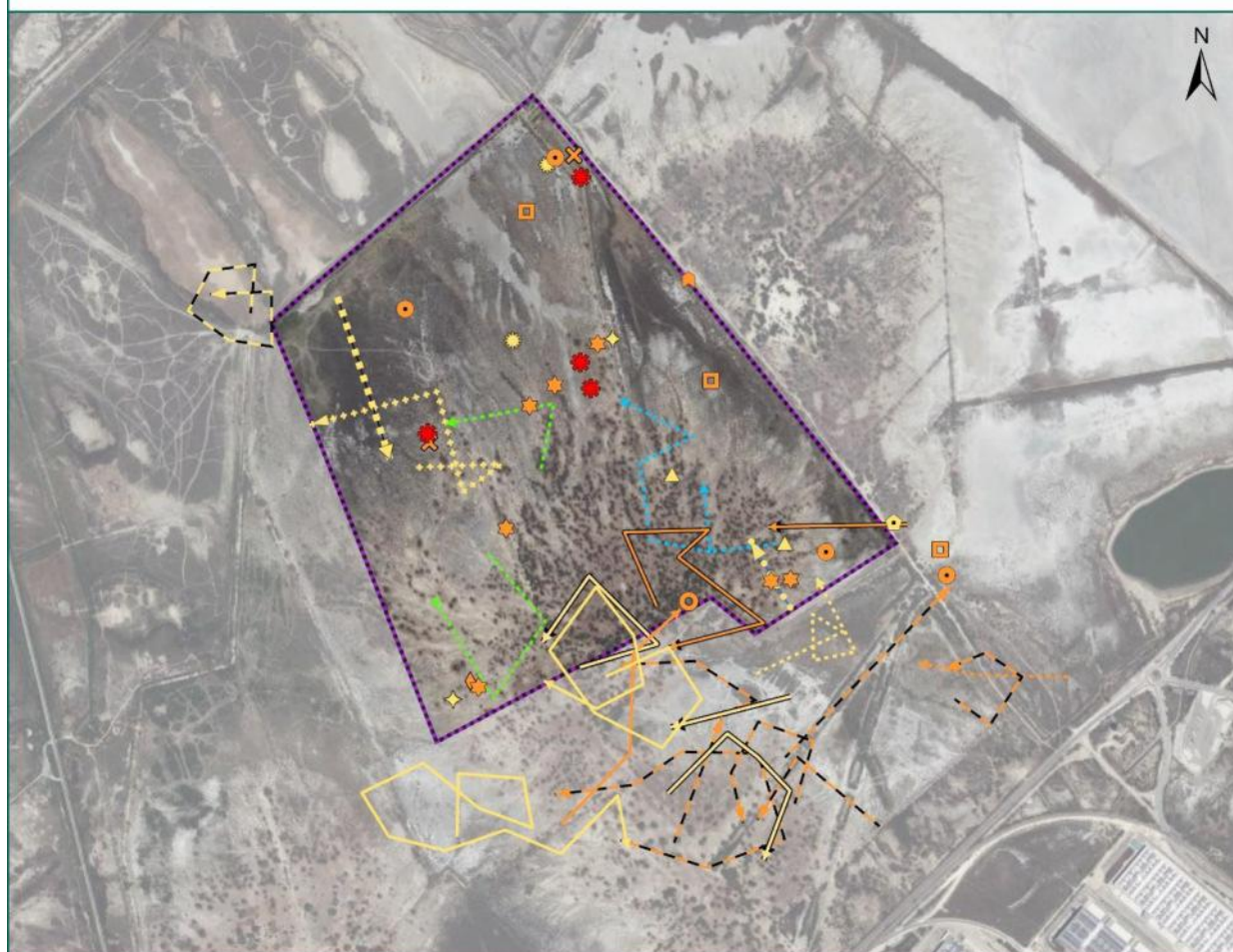
Tourterelle des bois, *Streptopelia turtur*
V. GAILLY, in situ (étang de l'oiseau), Fos-sur-Mer (13),
07/05/2026



Guêpier d'Europe, *Merops apiaster*
V. GAILLY, in situ (étang de l'oiseau), Fos-sur-Mer (13), 07/05/2026

ENJEUX RELATIFS AUX OISEAUX - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Données de 2024

Survols d'espèces à E.Z.E modéré

- > Circaète Jean-le-Blanc*
- > Coucou geai*
- > Tadorne de Belon*

Survols d'espèces à E.Z.E faible

- > Busard Saint-Martin*
- > Buse variable*
- > Hirondelle rustique*
- > Milan noir*

Données de 2026

Espèce à E.Z.E fort

- * Fauvette à lunettes*

Espèces à E.Z.E modéré

- * Guêpier d'Europe*
- * Huppe fasciée*
- * Pipit rousseline*
- * Tadorne de Belon*
- * Tarier pâle*
- * Tourterelle des bois
- * Cédicnème criard*

Espèces à E.Z.E faible

- * Alouette des champs
- * Cochevis huppé*
- * Faucon crécerelle*
- * Lorient d'Europe*

Survols d'espèce à E.Z.E modéré

- * Tadorne de Belon*

Survols d'espèces à E.Z.E faible

- * Aigrette garzette*
- * Bruant proyer*
- * Guêpier d'Europe*
- * Hirondelle rustique*
- * Milan noir*
- * Parcelle compensatoire

Carte 79 : Carte des observations de l'avifaune – Parcelle compensatoire « Etang de l'Oiseau »



2.9. Mammifères terrestres

▪ Études des mésomammifères

Lors de la prospection du 12 mai 2026, 9 pièges photographiques ont été déployés dans les milieux naturels de la zone compensatoire à des emplacements stratégiques, soit pour cibler des espèces spécifiques, soit pour observer l'utilisation d'un milieu. Les pièges photographiques sont particulièrement efficaces pour détecter les espèces nocturnes et cryptiques, difficiles à observer lors de prospections diurnes. Les pièges photographiques ont été récupérés lors du passage du 25 mai mais les clichés n'ont pas pu être analysés à ce jour. Les pièges photographiques augmentent la pression de prospection en enregistrant tous les passages d'animaux entre leur installation et leur récupération. La période de déploiement des pièges photographiques était de 14 jours et 13 nuits.

La parcelle compensatoire « Étang de l'Oiseau » présente peu d'enjeux pour les mammifères terrestres, la zone étant principalement constituée de milieux ouverts sablonneux dominés par une végétation halophile. Une population importante de **Lapin de garenne** (*Oryctolagus cuniculus*) a été observée sur la zone compensatoire. Plusieurs garennes ont été répertoriées sur la zone. Cette population importante de lapins permet d'assurer une ressource alimentaire pour de nombreuses espèces de prédateurs utilisant la zone, telles que le **Renard roux**, la **Buse variable** et le **Milan noir**.

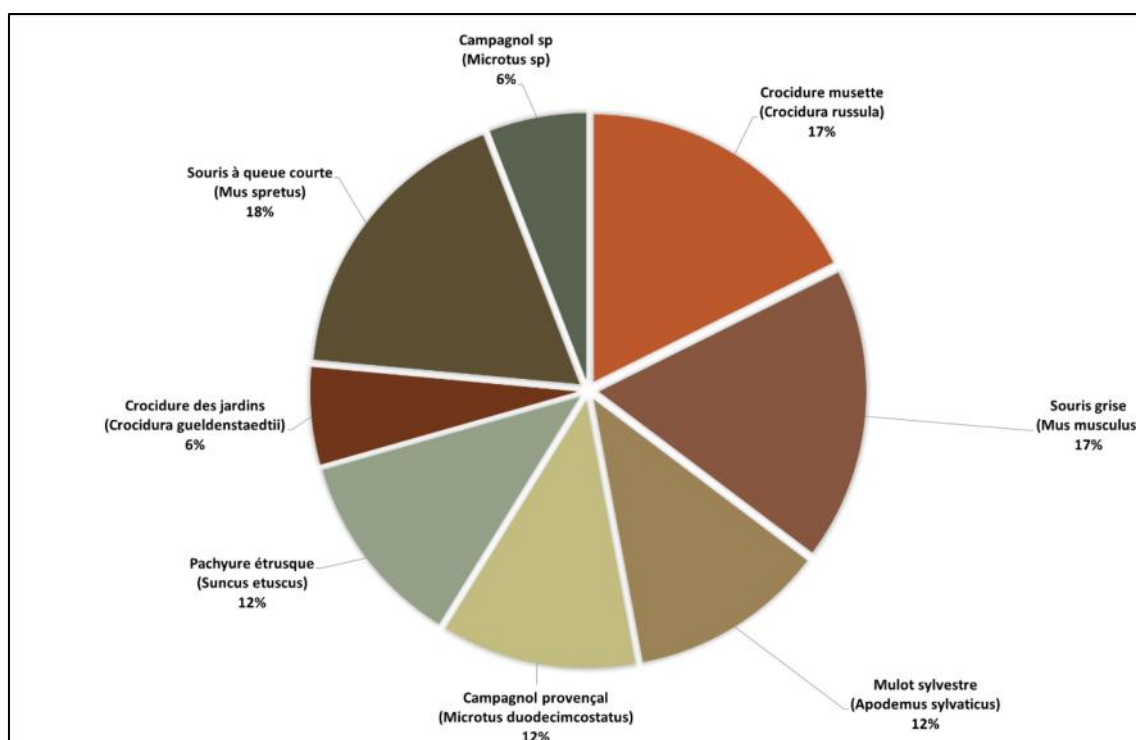
Les autres espèces de mammifères utilisant la zone compensatoire sont des espèces très courantes du golfe de Fos, telles que le **Renard roux** (*Vulpes vulpes*), le **Blaireau européen** (*Meles meles*) et le **Sanglier** (*Sus scrofa*). Toutes, à l'exception du blaireau européen, peuvent réaliser l'entièreté de leur cycle de vie sur la zone d'étude. Le blaireau européen a besoin de sols plus profonds et moins sablonneux pour creuser son terrier et réaliser l'entièreté de son cycle de vie ; la zone semble favorable uniquement comme zone d'alimentation et de transit.

Cette liste pourra toutefois évoluer à la suite de l'analyse des clichés issus des pièges photographiques déployés sur la zone. Dans l'attente de cette analyse, le **Putois d'Europe** (*Mustela putorius*) est considéré comme fortement potentiel sur la zone compensatoire, les habitats présents étant favorables à l'accomplissement de l'ensemble de son cycle de vie.

▪ Études des micromammifères

La zone compensatoire de l'étang de l'Oiseau se situe à proximité se trouve à moins de 500 mètres d'un reposoir connue d'Effraie des clochers, situé dans l'ancienne station de pompage du Petit Caban, où des pelotes ont été récupérés par l'experts mammalogue lors de ses passages de mai 2026. En considérant que le territoire de chasse est de 2 à 2,5 km de diamètre autour du reposoir, il est probable que les micromammifères identifiés lors de l'analyse des pelotes de réjection aient été chassé sur la zone compensatoire. L'analyse des pelotes récoltées sur ce reposoir permettra d'établir la communauté de micromammifères évoluant sur la zone d'étude.

Au total, huit espèces de micromammifères ont été identifiées parmi les proies : Deux espèces présentant un ELC modéré ; la **Crocidure des jardins** (*Crocidura gueldenstaedtii*) et le **Campagnol provençal** (*Microtus duodecimcostatus*). Deux espèces présentant un ELC faible ; la **Souris à queue courte** (*Mus spretus*) et la **Pachyure étrusque** (*Suncus etruscus*). Cinq espèces présentant un ELC très faible ; le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), la Crocidure musette (*Crocidura russula*), la Souris grise (*Mus musculus*).



Répartition des micromammifères présent dans les pelotes de réjection récoltées au niveau de l'ancienne station de pompage du Petit Caban.

Tableau 57. Espèces de mammifères terrestres avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Putois d'Europe (<i>Mustela putorius</i>)	Tous types de milieux proches d'une masse d'eau	Modéré	Modéré	Modéré
Hérisson d'Europe* (<i>Erinaceus europaeus</i>)	Milieux ouverts	Faible	Faible	Faible
Lapin de garenne (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Tous types de milieux	Modéré	Faible	Faible
Crocitude des jardins (<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>)	Milieux ouverts	Modéré	Faible	Faible
Campagnol provençal (<i>Microtus duodecimcostatus</i>)	Milieux ouverts (Prairies, pelouses...)	Modéré	Faible	Faible
Pachyure étrusque (<i>Suncus etruscus</i>)	Milieux ouverts	Faible	Faible	Faible
Souris à queue courte (<i>Mus spretus</i>)	Milieux ouverts	Faible	Faible	Faible
Rat des moissons (<i>Micromys minutus</i>)	Prairies humides (Jonchaies, phragmitaies...)	Modéré	Faible	Faible
Écureuil roux* (<i>Sciurus vulgaris</i>)	Ripisylve	Très faible	Faible	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

ENJEUX RELATIFS AUX MAMMIFÈRES TERRESTRES - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Espèces à E.Z.E faible

- Hérisson d'Europe*
- Lapin de garenne

Habitats d'espèces à enjeu faible

- Gîte de reproduction - Lapin de garenne

- Zone de reproduction et d'alimentation - Lapin de garenne et Putois d'Europe (potentielle)
- Zone de reproduction et d'hibernation - Hérisson d'Europe*
- Parcelle compensatoire



Sources : L.SERANNE / ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 27/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

E.Z.E : Enjeu Zone d'Etude
* : espèce protégée

0 150 300 450 Mètres

Carte 80 : Enjeux relatifs au mammifères terrestres : Parcelle étang de l'oiseau



2.10. Chiroptères

Bien que les inventaires de la parcelle compensatoire de l'étang de l'oiseau soient encore en cours à ce jour, les inventaires menés par ECO-MED sur les parcelles au sud et à l'est permettent d'établir une liste d'espèces potentielles qui sera mise à jour une fois les inventaires terminés.

Sur les parcelles au sud et à l'ouest, 12 espèces sont avérées et 3 sont fortement potentielles. Étant donné la similitude des milieux de ces parcelles avec la parcelle de l'étang de l'oiseau, il est fort probable que la liste et les activités des espèces soient les mêmes, à savoir, une utilisation principale pour le transit et pour la chasse des espèces ubiquistes dans une moindre mesure.

Les milieux les plus favorables sont les lisières et les milieux semi-ouverts à végétation haute. En effet les milieux ouverts qui composent la majorité de la zone manquent de structures verticales, comme les lisières, favorables aux espèces glaneuses.

2 arbres gîtes potentiel à enjeu très faible ont été identifiés sur la lisière à l'est permettant le repos en cours de nuit mais pas l'établissement d'un gîte diurne. Aucun autre type de gîte cavernicole ou anthropique n'ont été identifiés.

Les habitats sont en grande majorité en bon état de conservation pour ces espèces. Une restauration de milieux en favorisant le développement de strates verticales et de plans d'eau pourrait être favorable aux chiroptères. Néanmoins, l'absence de gîte dans la zone d'étude et à proximité immédiate, réduit l'attrait de la zone.

Tableau 58. Liste des espèces de chiroptères potentielles sur la parcelle de l'étang de l'oiseau

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Petit murin* (<i>Myotis blythii</i>)	Milieux ouverts végétalisés Gîte non possible (anthropique/cavernicole)	Très fort	Très faible	Faible
Murin à oreilles échancrées* (<i>Myotis emarginatus</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte arboricole pour les mâles isolés	Fort	Très faible	Faible
Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte non possible (anthropique/cavernicole)	Fort	Très faible	Faible
Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte arboricole	Modéré	Faible	Faible
Sérotine commune* (<i>Eptesicus serotinus</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte non possible (anthropique)	Modéré	Faible	Faible
Pipistrelle pygmée* (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte arboricole	Modéré	Faible	Faible
Minioptère de Schreibers* (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Milieux ouverts et lisières Gîte non possible au sein de la zone d'étude (cavernicole)	Très fort	Très faible	Faible
Molosse de Cestoni* (<i>Tadarida teniotis</i>)	Milieux ouverts végétalisés Gîte non possible au sein de la zone d'étude (rupestre)	Fort	Très faible	Faible
Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Milieux ouverts végétalisés Gîte arboricole	Modéré	Faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhli</i>)	Milieux ouverts végétalisés ou lisières Gîte non possible (anthropique)	Faible	Modérée	Faible



Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Milieus ouverts végétalisés ou lisières Gîte arboricole	Faible	Modérée	Faible
Oreillard gris* (<i>Plecotus austriacus</i>)	Milieus ouverts végétalisés ou lisières Gîte non possible (anthropique)	Faible	Faible	Faible
Vespère de Savi* (<i>Hypsugo savii</i>)	Milieus ouverts végétalisés ou lisières Gîte non possible (anthropique)	Faible	Faible	Faible
Murin cryptique* (<i>Myotis crypticus</i>)	Milieus ouverts végétalisés ou lisières Gîte arboricole	Faible	Faible	Faible
Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	Milieus ouverts végétalisés ou lisières Gîte arboricole	Faible	Faible	Faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

3. ETAT INITIAL DE LA PARCELLE COMPENSATOIRE « LE BRAS MORT -SECTEUR RELAIS »

3.1. Description de la zone d'étude

La zone de compensation est située sur la commune d'Arles, dans le département des Bouches-du-Rhône, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

La zone est orientée Nord-ouest vers le Sud-est, bordée au nord-est par un chemin communal (chemin du salin du relais) et au sud-ouest par le canal nommé Bras mort. Cette zone n'est actuellement pas utilisée comme zone de pâturage. Elle est composée d'un fourré à tamaris au sud-ouest de la zone, bordant un canal en eau ayant permis le développement d'une jonchaie sur toute la partie sud-ouest de la zone de compensation.

La partie nord-est présente une végétation différente, avec une mosaïque de friches à élytrige, de pelouses psammophiles annuelles et de formations à soude vraie. Quelques zones arbustives sont également présentes, avec un bosquet de tamaris ainsi qu'un fourré à filaire à feuilles étroites.

Une partie de la jonchaie est colonisée par une espèce végétale exotique envahissante (EVEE), le séneçon en arbre, qui se développe au détriment de la flore locale.

La présence de clôtures barbelées et d'une route au nord-est de la zone constitue une faible barrière écologique, aisément franchissable par la petite faune.



Pelouse psammophile à soude vraie



Fourré à tamaris



Jonchaie colonisée par le Baccharis



Friche

Aperçus de la zone d'étude

G. COUENON, 12/05/2026, Fos sur mer (13)



3.2. Habitats naturels

Les habitats naturels décrits ci-dessous sont classés par ordre d'enjeu, l'enjeu le plus fort étant situé en haut. Pour chaque classe d'enjeu, les habitats sont alors listés en fonction de leur représentation relative dans la zone d'étude ; le premier habitat de chaque classe est celui qui a le recouvrement le plus important, le dernier est celui dont la superficie est la plus restreinte.

Leur localisation est précisée dans la carte ci-après.

Au total, 14 types différents d'habitats naturels physionomiques et/ou mosaïques d'habitats ont été identifiés sur la zone de compensation. Parmi ces habitats, 6 présentent un enjeu local de conservation modéré. Deux habitats sont d'intérêt communautaire : il s'agit des prairies à joncs (1410) et des fourrés à Tamaris (92D0).

Tableau 59. Présentation des habitats naturels présents dans la zone d'étude

Illustration	Habitat naturel	Surface (ha)	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'Etude
	Jonchaie et friche à Elytrigia	1,005552	A2.522 x 11.5	1410	H. x p.	Favorable	Modéré
	Jonchaie	0,929146	A2.522	1410	H	Favorable	Modéré



Illustration	Habitat naturel	Surface (ha)	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'Etude
	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	0,443079	E1.6 x A2.526	-	- x H.	Favorable	Modéré
	Fourré à Tamaris	0,258128	F9.313 1	92D0	H.	Favorable	Modéré
	Fourré à Salicorne frutescente	0,018148	A2.526 2	-	H.	Favorable	Modéré



Illustration	Habitat naturel	Surface (ha)	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'Etude
	Pelouse à Salicorne frutescente et Limonium de Narbonne	0,003329	A2.526 2 x E6.11	-	H. x p.	Favorable	Modéré
	Friche à Elytrigia	0,402858	I1.5	-	p.	Favorable	Faible
	Phragmitaie à Roseau commun	0,176034	A2.53C	-	-	Favorable	Faible



Illustration	Habitat naturel	Surface (ha)	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'Etude
	Canal en eau	0,111216	J5.1	-	-	Favorable	Faible
	Jonchaie et Fourré à Baccharis	0,033715	A2.522 x F9.35	1410	H. x -	Défavorable inadéquat	Faible
	Fourré à filaire à feuilles étroites	0,005137	F5.5	-	p.	Favorable	Faible
Photo non disponible	Fourré à Baccharis et à Roseau commun	0,503555	F9.35 x A2.53C	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible



Illustration	Habitat naturel	Surface (ha)	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'Etude
	Sentier	0,019611	H5.61	-	-	Favorable	Très faible
	Roncier	0,012601	F3.131	-	p.	Favorable	Très faible



Carte 81 : Habitats naturels présents dans la zone d'étude



3.3. Flore

Le cortège floristique observé correspond à celui des prairies saumâtres psammophiles, avec des graminées caractéristiques telles que la Queue-de-lièvre (*Lagurus ovatus*) et la Rostraire pubescente (*Rostraria pubescens*), mais également des espèces typiques des sansouïres comme le Jonc maritime (*Juncus maritimus*), la Soude vraie (*Suaeda vera*) ou encore la Salicorne frutescente (*Sarcocornia fruticosa*).

Sur la parcelle de compensation, quatre espèces à enjeu ont été observées. Parmi elles, une espèce protégée présente un enjeu très fort : le Limonium cuspidé (*Limonium cuspidatum*), avec environ 3 400 pieds recensés. Parmi les trois autres espèces, une présente un enjeu fort : le Limonium dur (*Limonium duriusculum*), avec une quinzaine d'individus observés. Enfin, deux espèces présentent un enjeu modéré : l'Orge maritime (*Hordeum marinum*), avec 7 individus, et la Rostraire pubescente (*Rostraria pubescens*), avec près de 200 individus recensés.

Tableau 60. Espèces de plantes avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Limonium cuspidé* (<i>Limonium cuspidatum</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Très fort	Fort	Très fort
Limonium dur (<i>Limonium duriusculum</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Fort	Fort	Fort
Chiendent allongé* (<i>Elytrigia elongata</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie, jonchaie	Fort	Fort	Fort
Statice de Girard* (<i>Limonium girardianum</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Fort	Fort	Fort
Myosotis fluet* (<i>Myosotis pusilla</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Modéré	Modéré	Modéré
Koélérie du littoral (<i>Rostraria pubescens</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Modéré	Modéré	Modéré
Orge maritime (<i>Hordeum marinum</i>)	Pelouse psammophile à annuelles et à Soude vraie	Modéré	Modéré	Modéré

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

Espèces à enjeu zone d'étude très

1.3.4. Les espèces exotiques envahissantes

Plusieurs espèces exotiques envahissantes ont été observées dans la zone d'étude lors des prospections :

Nom latin	Nom vernaculaire	Caractère envahissant
<i>Baccharis halimifolia</i> L., 1753	Séneçon en arbre	Majeur

ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



EVEE de catégorie majeure

✕ Baccharis à feuilles d'Halimium

 Complément de parcelle compensatoire



Sources : G.COUENON / ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 26/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

E.V.E.E : Espèce Végétale
Exotique Envahissante

0 25 50 75
Mètres

Carte 82 : Espèces exotiques envahissantes de la parcelle Bras mort/Relais



3.4. Zones Humides

Le contexte à échelle départementale et locale sont les mêmes que ceux de la parcelle « Etang de l'Oiseau » du fait de leur grande proximité.

Concernant la parcelle en elle-même, elle présente une surface de 3,9 ha dont la totalité des habitats sont des habitats sont considérés humides car cotés « H » au regard de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1^{er} octobre 2009. De faibles surfaces au sein de la parcelle sont sujettes à une invasion biologique végétale de *Baccharis halimifolia* mais cela représente une surface inférieure à 1% de la parcelle.

Les habitats sont les suivants :

- « Jonchaie et friche à Elytrigia » (Code EUNIS : A2.522 x I1.5) coté « H »
- « Jonchaie et fourré à baccharis » (Code EUNIS : A2.522 x F9.35) coté « H »
- « Jonchaie » (Code EUNIS : A2.522) coté « H »
- « Fourré à salicorne frutescente » (Code EUNIS : A2.5262) coté « H »
- « Pelouse à Salicorne frutescente et Limonium de Narbonne » (Code EUNIS : A2.5262 x F9.35) coté « H »



3.5. Invertébrés

La visite de la parcelle Bras mort n'a permis d'inventorier que 5 espèces, toutes communes (Agrion élégant par exemple). Toutefois au regard des habitats naturels qui se développent dans la parcelle, une espèce potentielle à enjeu est probable, il s'agit de la **Decticelle à serpe** (*Platycleis falx*) concernée par le projet. Les autres habitats ne semblent **pas favorables au Sphinx de l'Argousier** (pas d'Argousier). En revanche, la présence de pelouses psammophiles pourrait **permettre la présence** d'espèces psammophiles de milieux doux comme **le Criquet des dunes**, espèce potentielle concernée par le projet Mistral. Enfin, les secteurs de sansouïres sont favorables à la **Cicindèle des Marais** (*Cylindera paludosa*), à enjeu fort.

Tableau 61. Liste des espèces d'amphibiens avérées et potentielles sur la parcelle « Salin Relais »

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Cicindèle des Marais (<i>Cylindera paludosa</i>)	Sansouïre/cycle biologique complet	Fort	Fort	Fort
Criquet des dunes (<i>Calephorus compressicornis</i>)	Pelouses psammophiles/cycle biologique complet	Modéré	Modérée	Modéré
Decticelle à serpe (<i>Platycleis falx</i>)	Jonchaie et friches cycle biologique complet	Modéré	Modérée	Modéré

Espèce protégée*

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

ENJEUX RELATIFS AUX INVERTÉBRÉS - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Habitats d'espèces potentielles à enjeu modéré

 Criquet des dunes

 Decticelle à serpe

 Complément de parcelle compensatoire



Sources : L.VALLÉJO / ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 25 50 75 Mètres

Carte 83 : Enjeux entomologiques - parcelle compensatoire Bras mort/relais



3.6. Amphibiens

L'inventaire mené en mai 2026 sur la parcelle compensatoire « Le Bras Mort-secteur Relais » a permis de mettre en évidence la présence d'une espèce d'amphibien : la **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*) à enjeu faible.

Cette parcelle comporte une zone en eau végétalisée favorable à la reproduction du cortège batrachologique local, ainsi que des habitats ouverts à semi-ouverts favorable à leur phase terrestre.

Au regard des données bibliographiques disponibles pour le secteur, 3 espèces sont jugée potentielles : le **Pélodyte ponctué** (*Pelodytes punctatus*) à enjeu fort, les **grenouilles du complexe Pérez/Graf** (*Pelophylax perezi*/kl. *grafi*) à enjeu modéré) et le **Crapaud calamite** (*Epidalea calamita*) à enjeu faible.

Tableau 62. Liste des espèces d'amphibiens avérées et potentielles sur la parcelle « Salin Relais »

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Pélodyte ponctué (<i>Pelodytes punctatus</i>)	Mare, canal (reproduction) Zones sableuses et broussailleuses (phase terrestre)	Modéré	Forte	Fort
Complexe de Grenouille de Pérez/Graf* (<i>Pelophylax perezi</i> – <i>Pelophylax kl. grafi</i>)	Canal, mare (reproduction) Zones buissonnantes (phase terrestre)	Modéré	Modérée	Modéré
Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Mare, canal, dépressions en eau (reproduction) Zones sableuses et broussailleuses (phase terrestre)	Faible	Modérée	Faible
Rainette méridionale* (<i>Hyla meridionalis</i>)	Mare, canal (reproduction) Zones buissonnantes (phase terrestre)	Faible	Modérée	Faible

Espèce protégée*

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

ENJEUX RELATIFS AUX AMPHIBIENS - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Données ECO-MED de 2026

Espèce à E.Z.E faible

 Rainette méridionale*

Habitat d'espèces à enjeu fort

 Zone de reproduction - Crapaud calamite*, Rainette méridionale* et Pélodyte ponctué* (potentielle)

Habitat d'espèces à enjeu modéré

 Phase terrestre - Crapaud calamite*, Rainette méridionale* et Pélodyte ponctué* (potentielle)
 Complément de parcelle compensatoire



Sources : V.HALLOT / ECO-MED 2026
 Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
 Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 22/05/2026
 N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

E.Z.E. : Enjeu Zone d'Etude
 * : espèce protégée

0 150 300 450 Mètres

Carte 84 : Enjeux batrachologiques de la parcelle compensatoire « Bras mort/Relais »



3.7. Reptiles

Aucune espèce de reptile n'a été observée au sein de la parcelle de compensation « Le Bras Mort – secteur Relais ».

La parcelle comporte des habitats ouverts à semi-ouverts ainsi que des lisières favorables à l'herpétofaune locale.

Au regard des données bibliographiques disponibles dans le secteur, 9 espèces de reptiles sont jugées potentielles : la **Coronelle girondine** (*Coronella girondica*), la **Couleuvre à échelons** (*Zamenis scalaris*), la **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus*) et le **Seps strié** (*Chalcides striatus*) à enjeu modéré, la **Couleuvre helvétique** (*Natrix helvetica*), la **Couleuvre vipérine** (*Natrix maura*), l'**Orvet de Vérone** (*Anguis veronensis*) et le **Lézard des murailles** (*Podarcis muralis*) à enjeu faible et la **Tarente de Maurétanie** (*Tarentola mauritanica*) à enjeu très faible.

Tableau 63. Liste des espèces de reptiles avérées et potentielles sur la parcelle « Salin Relais »

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Coronelle girondine* (<i>Coronella girondica</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Couleuvre à échelons* (<i>Zamenis scalaris</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Couleuvre de Montpellier* (<i>Malpolon monspessulanus</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Modérée	Modéré
Seps strié* (<i>Chalcides striatus</i>)	Zones herbacées	Modéré	Modérée	Modéré
Couleuvre helvétique* (<i>Natrix helvetica</i>)	Zones broussailleuses, lisières, milieux aquatiques	Faible	Modérée	Faible
Couleuvre vipérine* (<i>Natrix maura</i>)	Zones broussailleuses, lisières, milieux aquatiques	Faible	Modérée	Faible
Orvet de Vérone (<i>Anguis veronensis</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Modéré	Faible	Faible
Lézard à deux raies* (<i>Lacerta bilineata</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Faible	Faible	Faible
Lézard des murailles* (<i>Podarcis muralis</i>)	Zones broussailleuses, lisières	Faible	Faible	Faible
Tarente de Maurétanie* (<i>Tarentola mauritanica</i>)	Décombres anthropiques, blocs rocheux	Très faible	Faible	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée

Espèce fortement
potentielle

ENJEUX RELATIFS AUX REPTILES - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Habitat d'espèces à enjeu modéré

Couleuvre de Montpellier*,
Lézard à deux raies*, Couleuvre
à échelons* (potentielle),
Coronelle girondine*

(potentielle), Couleuvre
helvétique* (potentielle),
Couleuvre vipérine*
(potentielle) et Orvet fragile*
(potentielle)

 Complément de parcelle
compensatoire

Habitat d'espèces à enjeu faible

Couleuvre vipérine*
(potentielle) et Couleuvre
helvétique* (potentielle)

Carte 85 : Enjeux herpétologiques de la parcelle compensatoire « Bras mort/Relais »



3.8. Oiseaux

Lors de l'inventaire effectué en avril 2026 sur la parcelle compensatoire des salins du relais, 16 espèces ont été avérées aux travers différents habitats, dont 15 bénéficient d'un statut de protection national. Les habitats sont représentés principalement par de la zone humide, des milieux ouverts à salicorne et jonchaie.

- Milieux ouverts : accueille le **Tarier pâtre** (EZE – modéré), le **Bruant proyer**, la **Cisticole des joncs** (EZE – faible), est considérée comme nicheuse sur la zone d'étude ou à proximité immédiate. Plusieurs espèces sont également présentes en alimentation, l'**Hirondelle rustique**, le **Guêpier d'Europe**
- Milieux humides : accueillent plusieurs espèces d'oiseaux d'eau notamment en repos le **Grand Cormoran** (EZE – faible), en alimentation potentielle le **Chevalier culblanc** (EZE – Faible) ou des espèces du cortège commune d'espèce protégé tel que la **Bouscarle de Cetti** (EZE – faible)

Enfin, on note également **8 espèces** à enjeu zone d'étude très faible et bénéficiant d'un statut de protection national, nichant, s'alimentant ou utilisant la zone d'étude comme zone de passage.

Tableau 64. Liste des espèces d'oiseaux avérées et potentielles sur la parcelle Est

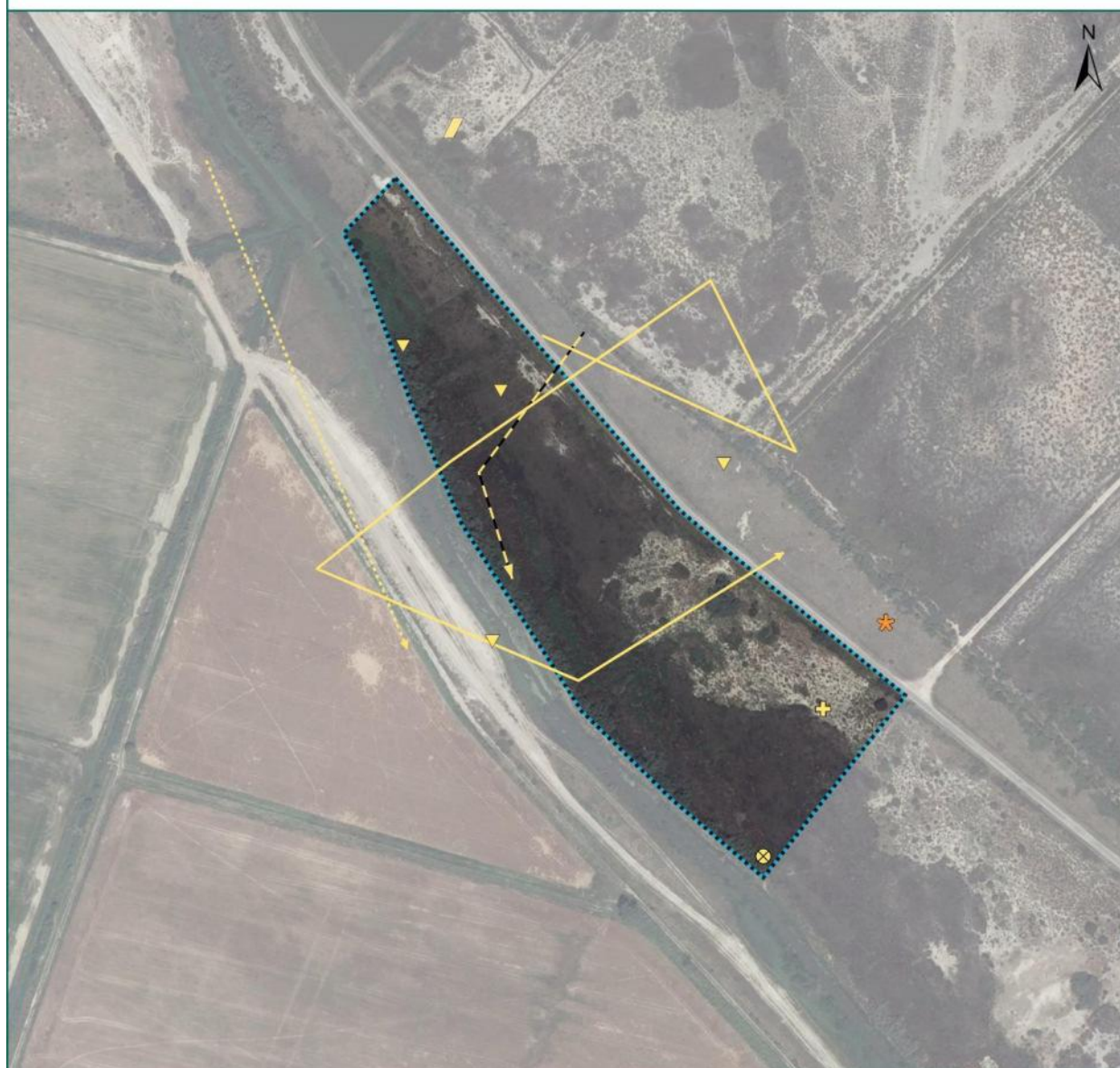
Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Tarier pâtre* (<i>Saxicola rubicola</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré
Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Faible	Faible	Faible
Chevalier culblanc* (<i>Tringa ochropus</i>)	Milieux humides (alimentation)	Modéré	Faible	Faible
Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Milieux ouverts (nidification et alimentation)	Faible	Modéré	Faible
Grand Cormoran* (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Milieux humides (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Milieux ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Milieux ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible
Cortège des oiseaux communs protégés* (voir annexe 8)	Tous les habitats (nidification et alimentation)	Très faible	Modéré	Très faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

ENJEUX RELATIFS AUX OISEAUX - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Espèce à E.Z.E modéré

★ Tarier pâtre*

Espèces à E.Z.E faible

▤ Bruant proyer*

▼ Cisticole des joncs*

⊗ Grand Cormoran*

⊕ Guêpier d'Europe*

Survol d'espèces à E.Z.E faible

--- Chevalier culblanc*

→ Guêpier d'Europe*

--- Hirondelle rustique*

▭ Complément de parcelle compensatoire

Carte 86 : Carte des observations de l'avifaune – Parcelle compensatoire



3.9. Mammifères terrestres

- Étude des mésomammifères

Lors de la prospection du 12 mai, quatre pièges photographiques ont été déployés dans les milieux naturels de la zone d'étude, à des emplacements stratégiques, soit afin de cibler des espèces spécifiques, soit pour observer l'utilisation de certains habitats. Les pièges photographiques sont particulièrement efficaces pour détecter les espèces nocturnes et cryptiques, difficilement observables lors des prospections diurnes. Les pièges photographiques ont été récupérés lors du passage du 25 mai, mais les clichés n'ont pas encore été analysés. Ces dispositifs augmentent la pression de prospection en enregistrant l'ensemble des passages d'animaux entre leur installation et leur récupération. La période de déploiement était de 14 jours et 13 nuits.

L'ensemble des mésocarnivores est représenté par quatre espèces sur la zone compensatoire du « Bras Mort – secteur Relais » : le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), encore bien représenté dans le golfe de Fos malgré son déclin à l'échelle nationale, le Renard roux (*Vulpes vulpes*), le Sanglier (*Sus scrofa*) et le Ragondin (*Myocastor coypus*). Ces espèces, communes et bien implantées dans le golfe de Fos, ne présentent pas d'enjeu de conservation significatif.

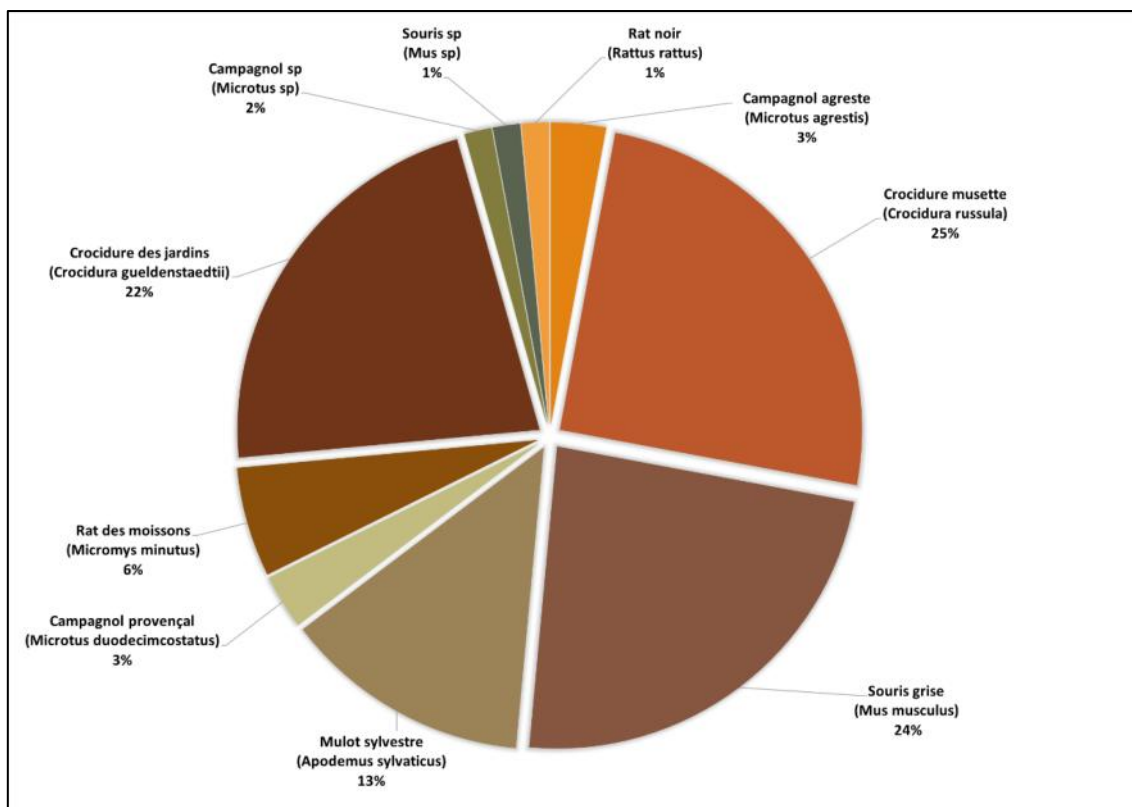
Cette liste pourra toutefois évoluer à la suite de l'analyse des clichés issus des pièges photographiques déployés sur la zone. Dans l'attente de cette analyse, le Putois d'Europe (*Mustela putorius*) est considéré comme fortement potentiel sur la zone compensatoire, les habitats présents étant favorables à l'accomplissement de l'ensemble de son cycle de vie.

- Étude des micromammifères

La zone compensatoire « Bras Mort – secteur Relais » se situe à proximité immédiate (moins d'un kilomètre) d'un reposoir connu d'Effraie des clochers, localisé dans un ancien transformateur électrique du Salin du Relais, où des pelotes de réjection sont récoltées par des experts d'ECO-MED depuis août 2024. En considérant que le territoire de chasse de l'Effraie des clochers s'étend sur un rayon d'environ 2 à 2,5 km autour du reposoir, il est probable que les micromammifères identifiés lors de l'analyse des pelotes aient été chassés au sein de la zone compensatoire. L'analyse des pelotes récoltées sur ce reposoir a ainsi permis d'établir en partie la communauté de micromammifères présente sur la zone compensatoire « Bras Mort – secteur Relais ».

Au total, huit espèces de micromammifères ont été identifiées parmi les proies. Trois espèces présentent un ELC modéré : la Crocidure des jardins (*Crocidura gueldenstaedtii*), le Campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*) et le Rat des moissons (*Micromys minutus*). Cinq autres espèces présentent un ELC très faible : le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*), le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), la Crocidure musette (*Crocidura russula*), la Souris grise (*Mus musculus*) et le Rat noir (*Rattus rattus*).

En complément des espèces considérées comme avérées, le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*) et la Crossope de Miller (*Neomys milleri*) sont jugés potentiellement présents sur la zone compensatoire, au regard des données bibliographiques disponibles et des habitats favorables identifiés. Ces deux espèces sont protégées à l'échelle nationale.



Répartition des micromammifères présent dans les pelotes de réjection récoltées au niveau du transformateur électrique du Salins du Relais.

Tableau 65. Liste des espèces de mammifères terrestres à enjeu avérées et potentielles sur la parcelle compensatoire « Bras Mort – secteur Relais ».

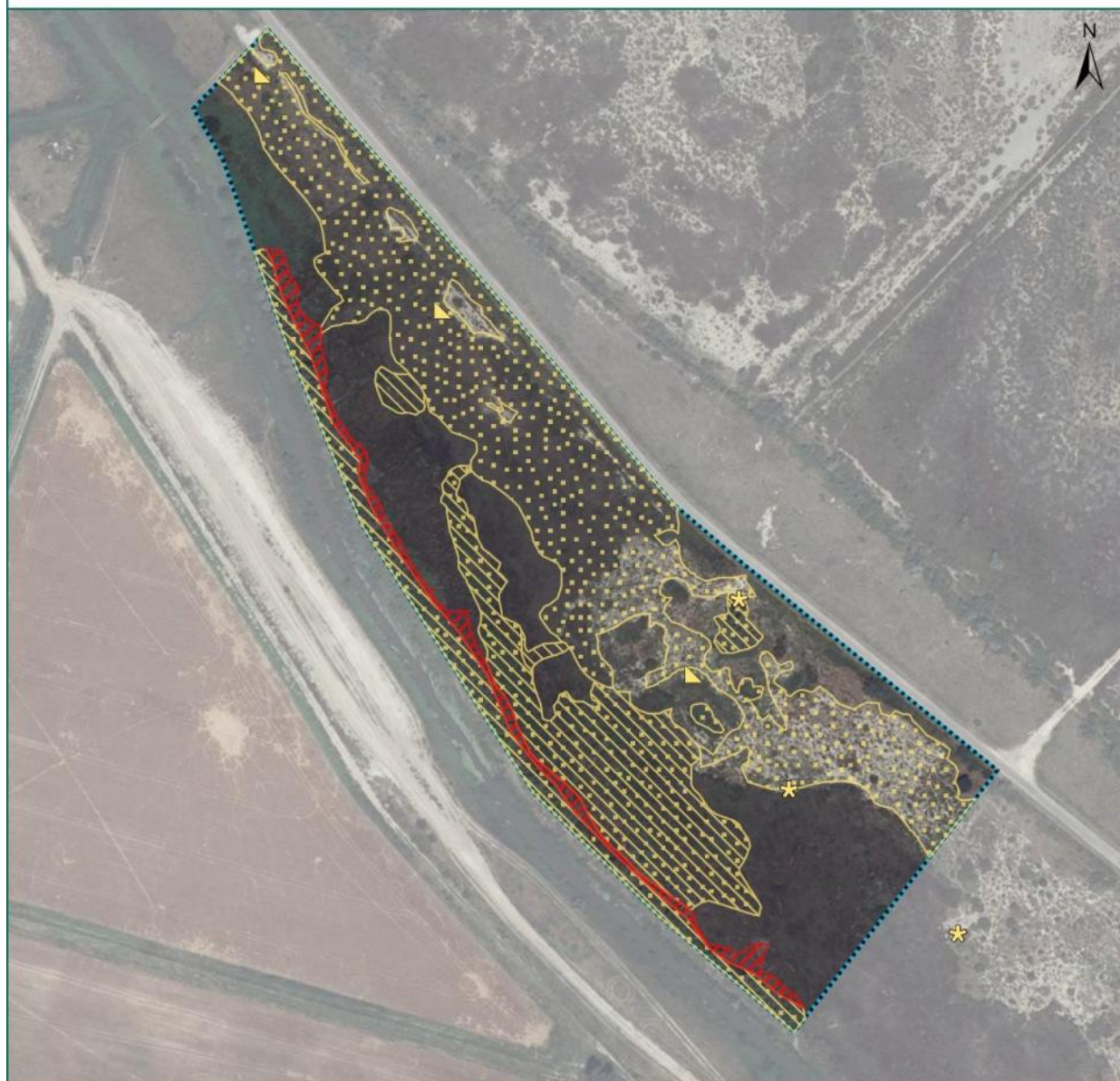
Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Crossope de Miller (<i>Neomys milleri</i>)	Prairies et milieux humides	Fort	Modéré	Fort
Putois d'Europe (<i>Mustela putorius</i>)	Tous types de milieux proches d'une masse d'eau	Modéré	Modéré	Modéré
Hérisson d'Europe* (<i>Erinaceus europaeus</i>)	Tous types de milieux	Faible	Faible	Faible
Lapin de garenne (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Tous types de milieux	Modéré	Faible	Faible
Rat des moissons (<i>Micromys minutus</i>)	Prairies humides (Jonchaies, phragmitaies...)	Modéré	Faible	Faible
Crocidure des jardins (<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>)	Milieux ouverts	Modéré	Faible	Faible
Campagnol provençal (<i>Microtus duodecimcostatus</i>)	Milieux ouverts (Prairies, pelouses...)	Modéré	Faible	Faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------

ENJEUX RELATIFS AUX MAMMIFÈRES TERRESTRES - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



Espèce à E.Z.E faible

▲ Lapin de garenne

Habitats d'espèce à enjeu fort

▨ Zone de reproduction et d'alimentation - Crossope de Miller* (potentielle)

Habitats d'espèces à enjeu faible

★ Gîte de reproduction - Lapin de garenne

▨ Zone de reproduction et d'alimentation - Lapin de garenne et Putois d'Europe (potentielle)

▨ Zone de reproduction et d'hibernation - Hérisson d'Europe* (potentielle)

▨ Complément de parcelle compensatoire



Sources : L.SERANNE / ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 27/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

E.Z.E : Enjeu Zone d'Etude
* : espèce protégée

0 25 50 75 Mètres

Carte 87 : Carte des observations des mammifères terrestres– Parcelle compensatoire Bras mort/Relais



3.10. Chiroptères

Bien que les inventaires sur la parcelle du bras mort-secteur relais soient encore en cours à ce jour, une liste d'espèces potentielles peut être établie grâce à de la recherche bibliographique ainsi qu'une connaissance interne chez ECO-MED établie par des études menées dans le secteur sur des milieux similaires.

Le canal qui longe la zone à l'ouest présente un intérêt à la fois pour la chasse et le transit, il connecte la zone aux différents milieux du secteur. Les milieux ouverts qui composent majoritairement la zone d'étude sont favorables à la chasse des espèces ubiquistes.

Tableau 66. Liste des espèces de mammifères terrestres à enjeu avérées et potentielles sur la parcelle compensatoire « Bras Mort – secteur Relais ».

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte arboricole	Modéré	Faible	Faible
Sérotine commune* (<i>Eptesicus serotinus</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte non possible (anthropique)	Modéré	Faible	Faible
Pipistrelle pygmée* (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	Milieux ouverts végétalisés et lisières Gîte arboricole	Modéré	Faible	Faible
Minioptère de Schreibers* (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Milieux ouverts et lisières Gîte non possible au sein de la zone d'étude (cavernicole)	Très fort	Très faible	Faible
Molosse de Cestoni* (<i>Tadarida teniotis</i>)	Milieux ouverts végétalisés Gîte non possible au sein de la zone d'étude (rupestre)	Fort	Très faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhli</i>)	Milieux ouverts végétalisés ou lisières Gîte non possible (anthropique)	Faible	Modérée	Faible
Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Milieux ouverts végétalisés ou lisières Gîte arboricole	Faible	Modérée	Faible
Oreillard gris* (<i>Plecotus austriacus</i>)	Milieux ouverts végétalisés ou lisières Gîte non possible (anthropique)	Faible	Faible	Faible
Vespère de Savi* (<i>Hypsugo savii</i>)	Milieux ouverts végétalisés ou lisières Gîte non possible (anthropique)	Faible	Faible	Faible
Murin cryptique* (<i>Myotis crypticus</i>)	Milieux ouverts végétalisés ou lisières Gîte arboricole	Faible	Faible	Faible
Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	Milieux ouverts végétalisés ou lisières Gîte arboricole	Faible	Faible	Faible

*Espèce protégée

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------



4. MESURES COMPENSATOIRES EN FAVEUR DES ZONES HUMIDES

Cette partie va détailler les actions compensatoires en lien avec les zones humides, qui vont être mises en œuvre sur les deux parcelles présentées précédemment.

Les mesures écologiques prévues dans le cadre du plan d'actions compensatoires à définir ont principalement été proposées sur la base de :

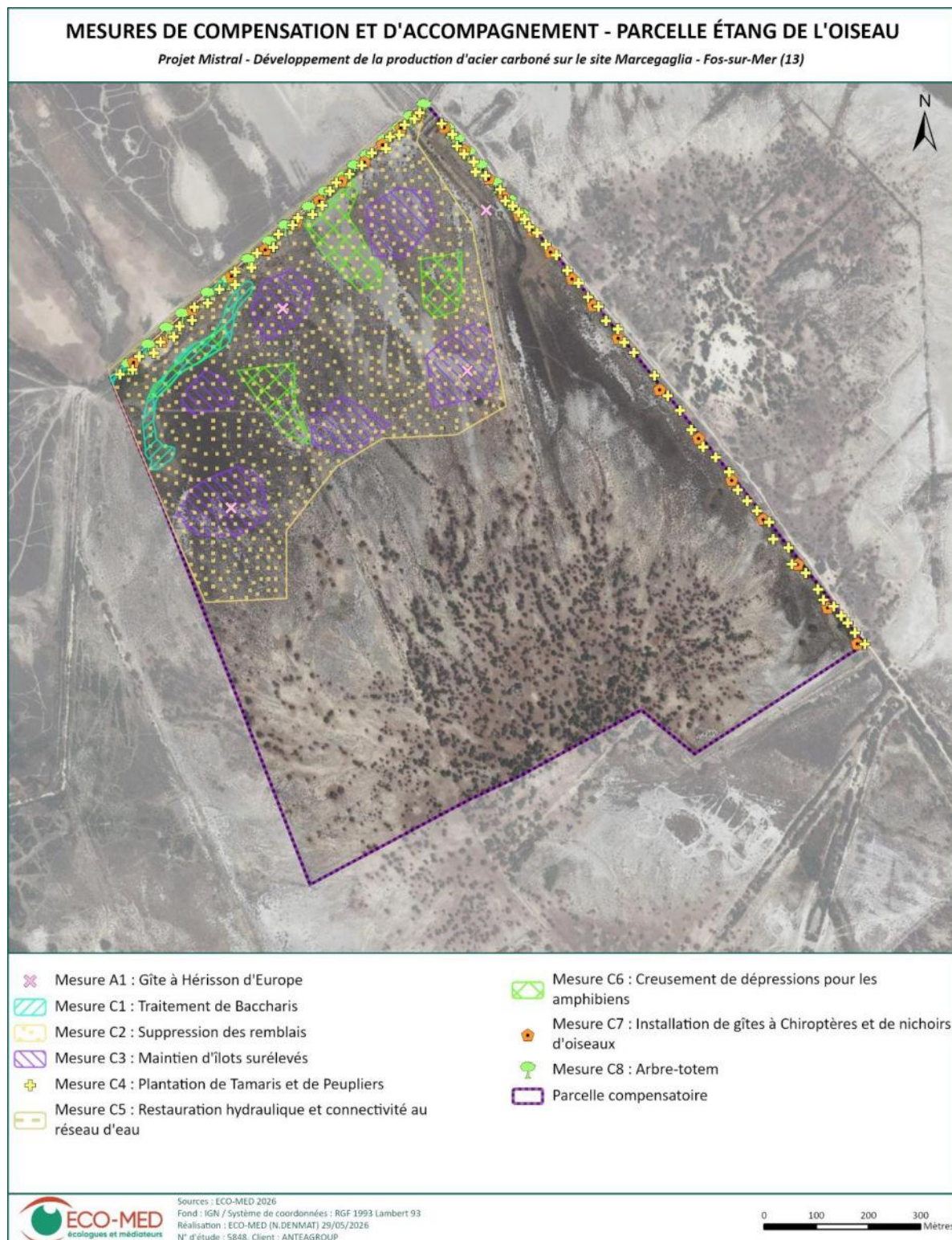
- Les enjeux sur le territoire dans lequel s'inscrivent le site impacté et le site de compensation ;
- Le besoin de restauration du site de compensation, sur la base des habitats affectés par le projet d'aménagement sur le site impacté (avant la pose de remblai à l'origine de la création des darses portuaires) ;
- Les causes de dégradations et autres menaces pesant sur les écosystèmes sur le site de compensation.

Ainsi, les actions écologiques ont été ciblées de telle sorte que soit restaurés sur le site de compensation des habitats similaires à ceux sur le site impacté (avant la pose de remblai pour la création de la darse), en essayant de remédier aux dégradations présentes sur le site de compensation et en accord avec les enjeux sur le territoire et sur l'utilisation de la parcelle.

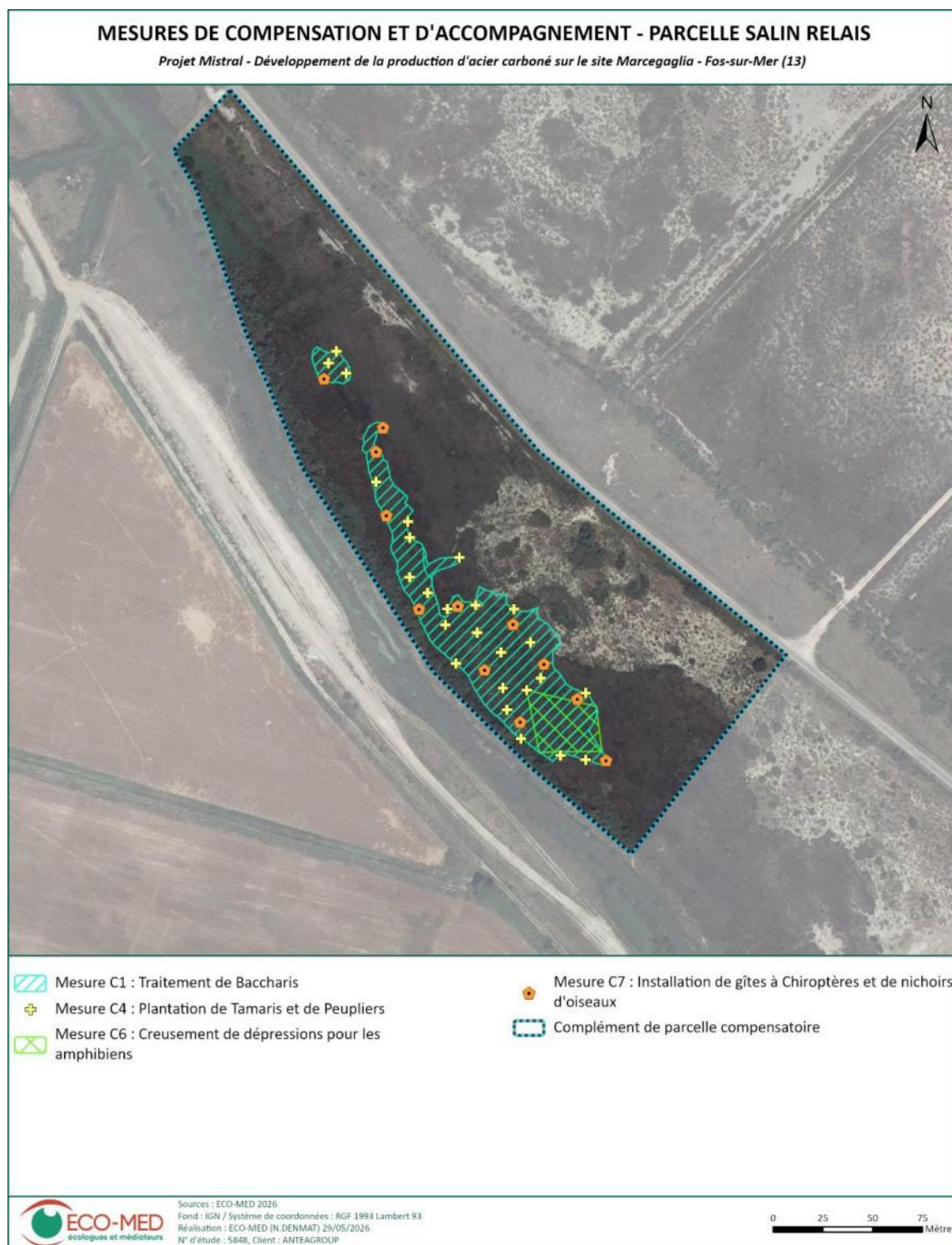
Les mesures compensatoires à même de générer la plus-value nécessaire, en lien avec la détérioration et la destruction des zones humides du projet MISTRAL s'orientent autour de 6 axes prioritaires, en réponse aux enjeux de compensation fonctionnelle. Elles sont listées ici en avance de lecture et seront présentées en profondeur dans la suite du rapport :

- Mesure C1 : le traitement du Baccharis (*Baccharis halimifolia*), espèce végétale exotique envahissante (EVEE). Eliminer le Baccharis en préliminaire à la suppression des remblais permettra de réduire les risques de reprise de l'EVEE. Par ailleurs, contrairement aux matériaux inertes qui peuvent avoir un intérêt comme matériaux de construction, le Baccharis nécessite une filière de gestion des déchets dédiées. L'élimination des EVEE permet à la biodiversité indigène de s'exprimer de nouveau et aux milieux naturels de fonctionner plus naturellement ;
- Mesure C2 : la suppression des remblais salés limono-vaseux. Cette mesure permet d'engorger d'eau le sol en abaissant le niveau du sol et en reconnectant au réseau hydrographique. La mesure permet aussi à une végétation moins halophile de se développer (jonchaies). Des secteurs avec de petites dépressions permettront au cortège batrachologique de trouver des zones de reproduction (mesure C6) ;
- Mesure C3 : le maintien d'îlots surélevés. Cette mesure vise à conserver une mosaïque d'habitats plus intéressante pour accueillir une flore et une faune patrimoniale ;
- Mesure C4 : la plantation d'une haie de Tamaris (parcelle étang de l'oiseau) et d'un bosquet de Peupliers (mesure localisée sur la parcelle Bras mort/Relais). Ces essences arbustives et arborées sont importantes pour la faune locale, notamment les chiroptères et les oiseaux, afin que les espèces accomplissent leurs cycles biologiques ;
- Mesure C5 : La restauration hydraulique de la roubine nord permettra d'inonder le secteur déblayé et la création d'une prise d'eau au contre-canal permettra d'assurer l'indépendance de l'accès à l'eau douce ;
- Mesure C6 : le creusement de dépressions au sein du secteur déblayé afin de favoriser la reproduction du cortège local d'amphibiens. Seule la dépression dans la parcelle bras mort/Relais aura un effet bénéfique sur le Pélodyte cultripède, espèce de loin la plus menacée localement ;

Ces mesures sont décrites dans les fiches-mesures qui suivent. Elles visent à ramener la zone humide à un état originel proche du marais salé à proximité, servant de zone témoin. Elles permettront une compensation fonctionnelle des fonctions détruites sur la parcelle aménagée du projet Mistral-Marcegaglia et en même temps un gain écologique sur l'ensemble des fonctionnalités de la zone humide.



Carte 88 : Localisation des mesures compensatoires sur la parcelle étang de l'oiseau



Carte 89 : Localisation des principales mesures compensatoires sur la parcelle Bras mort/Relais

En amont des mesures de compensation, plusieurs études préalables sont nécessaires pour s'assurer d'atteindre les objectifs compensatoires annoncés :

- Un état initial écologique complet (4 saisons) ;
- Une étude hydraulique et hydrographique du secteur oiseau,
- Une étude pour la qualification et la quantification du remblai.



Ces études doivent faire partie intégrante de la vie du programme compensatoire qui fera l'objet d'un plan de gestion quinquennal simplifié.

4.1. Présentation des mesures d'actions de génie écologique en faveur des zones humides

Remarque préliminaire : Les opérations de génie écologique et civil qui seront employées sur les 36ha à traiter auront nécessairement des impacts temporaires sur les écosystèmes en place. L'objectif de ces actions est d'améliorer l'état de conservation des espaces et des fonctions biologiques. Des évolutions permettront à court terme aux espèces patrimoniales déjà présentes de se réapproprier des niches écologiques encore plus favorables. Pour réduire significativement les atteintes sur certains compartiments (oiseaux), le calendrier écologique des opérations sera scrupuleusement respecté (début des travaux à l'automne).

4.1.1. Mesure de génie écologique C1 : Traitement du Baccharis (*Baccharis halimifolia*) et autres EVEC présentes sur les parcelles

La mise en œuvre de cette mesure compensatoire doit être réalisée à l'automne 2026, en parallèle avec le début des travaux.

Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)				Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
E	R	C	A	Contrôle et éradication des espèces végétales exotiques envahissantes
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Contrôle et éradication progressive des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEC), afin de favoriser la dynamique naturelle de la biodiversité locale, tant au niveau des habitats naturels que des espèces. Il s'agit d'une part de caler le bon procédé permettant d'arracher les pieds d'EVEC, puis d'inonder le secteur traité grâce à l'eau du canal bordant la parcelle au nord. L'étude hydrologique (Etude hydraulique – Projet Mistral – Hydratis, annexe 12 de ce document)) apprend que la salinité est d'environ 5,6g/L. Ainsi, le secteur inondé permettant l'expression d'espèces plus tolérantes au sel que le Baccharis, ce qui permettra de meilleures chances d'efficacité de la mesure. Par ailleurs, l'eau qui servira à l'inondation, relativement douce, permettra l'engorgement en eau du sol et empêchera une remontée du biseau salé. L'inondation en eau plutôt peu salée des surfaces infestées par le Baccharis aura également comme rôle de se substituer aux inondations que le Rhône pouvait parfois provoquer avant son endiguement et quand il pouvait changer de cours. Ces inondations artificielles sont très importantes afin de permettre à des habitats moins halophiles de se maintenir en contexte littoral, même dans la perspective de montée du niveau général de la mer. Cette imitation d'inondations doit se caler sur les périodes humides en région méditerranéenne, à savoir de l'automne au milieu du printemps.				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Baccharis/Séneçon en arbre Olivier de Bohême				
 Méthode (élaborée en partenariat avec l'entreprise OSMAÏA, spécialisée dans les travaux de lutte des EVEC) : <u>Rappel du contexte de la mesure sur les EVEC et méthode utilisée :</u> Globalement les parcelles sont surtout concernées par le Baccharis, les autres EVEC sont marginales, et leur traitement beaucoup moins difficile. La méthode renseignée est donc ciblée sur le Baccharis qui apparaît être d'une complexité forte à traiter. <i>Baccharis halimifolia</i> est une plante dite « espèce végétale exotique envahissante », ou EVEC. Elle est originaire d'Amérique du nord et centrale, dioïque c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents. La pollinisation des fleurs femelles est anémogame (grâce au vent). Le Baccharis produit de 10 000 à 1,5				



Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)	Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
million graines par pied dispersées par anémochorie (les fruits sont de petites graines ailées nommés akènes, à l'instar des graines de pissenlit et sont emportées par le vent) sur de longues distances (les vents forts de l'automne et de l'hiver étant particulièrement favorables à la propagation vers le sud jusqu'à plusieurs kilomètres du site de production). Les graines germent facilement et rapidement sur sols humides. Un individu peut vivre une cinquantaine d'années. En dehors de la reproduction sexuée, la plante a une forte capacité de reproduction végétative par rejets de souche et rejets racinaires. La coupe d'un pied entraîne la repousse au niveau de la souche par des rejets de souches multiples mais également au niveau de son système racinaire, sous forme de rejets racinaires. C'est pourquoi, il vaut mieux arracher l'arbuste que le couper, bien que l'arrachage doive bien inclure le pivot racinaire de la plante afin d'éviter la repousse par rejets. Si les méthodes de lutte sont mal pratiquées, elles peuvent aggraver la situation en multipliant la multiplication végétative s'étendant dans les habitats naturels adjacents. Dans la parcelle étang de l'oiseau, le phénomène de multiplication végétative est nettement observable avec de nombreuses jeunes repousses visibles lors de la visite de mai dernier, bien délimitées avec l'extérieur de la clôture, le long du canal nord où les Baccharis ne sont pas coupés, hauts et denses. Il est probable que l'éleveur du troupeau en place dans la parcelle passe le gyrobroyeur annuellement afin de conserver les milieux ouverts. Mais cette pratique mène à un cycle par rétrocontrôle négatif néfaste à la biodiversité locale qui densifie et étend d'année en année la population de Baccharis et menace la biodiversité du secteur. La parcelle de l'étang de l'oiseau est concernée par une surface de Baccharis d'environ 2 ha, au nord de la parcelle. Toutefois, les abords de la parcelle sont également concernés par la plante, en particulier le long de la clôture au nord, mais aussi le secteur ouest. Il sera indispensable de coupler la mesure à un traitement en lien étroit avec les parcelles adjacentes. C'est le propriétaire des terrains concernés qui devra faire le lien entre usagers et locataires des parcelles. La parcelle bras mort/Relais est couverte à hauteur d'environ 0,5 ha par des fourrés de Baccharis denses, soit 20% de la parcelle. Les Baccharis ne sont pas coupés par un éleveur. En revanche, une activité cynégétique est pratiquée dans la parcelle. Il est probable que les chasseurs gèrent le Baccharis par gyrobroyage annuel. Un travail sera également mené par les usagers de la parcelle. Le Parc Naturel Régional de Camargue a émis des retours d'expérience efficaces concernant la lutte contre le Baccharis (cas de la mesure de gestion de petite forêt, près du Marais du Vigueirat), il s'agit d'arracher les pieds et leur systèmes racinaires puis d'inonder longtemps les zones traitées. La technique qui sera employée dans le cas présent est largement inspirée de ces 2 étapes : - 1/ arrachage des pieds et les réseaux racinaires avec des engins de chantier ou grâce à une traction animale (cheval) puis immersion longue (6 à 8 mois) des zones traitées. - 2/ inondation par de l'eau douce à peu salée en provenance indirecte du contre-canal le long du canal de navigation de Fos au Rhône pour la parcelle étang de l'oiseau L'eau est prélevée via une pompe, construite le long de canal. Cette pompe fait l'objet de la mesure de compensation C5. L'inondation pourra être faite par le canal <i>Bras mort</i> pour la parcelle bras mort/relais, directement adjacent à la parcelle. Technique : La méthode de lutte employée ici sera adaptée au niveau d'envahissement, à la sensibilité, à l'accessibilité du site et aux moyens disponibles (main d'œuvre, engins...) qui auront cours au moment de la mise en place de la mesure. Au niveau des fourrés à Baccharis : Les travaux de restauration devront au maximum extraire le système racinaire de cette espèce pour éviter au maximum les rejets racinaires. Les pivots racinaires seront arrachés également dans la limite du possible pour éviter les rejets de souche. - Fauche des parties aériennes avant la maturation des graines mais après la floraison afin de pouvoir mieux repérer les pieds (septembre), broyage et évacuation en filière spécialisée ; - Arrachage sur système racinaire à la pelle mécanique des pieds ou par traction à cheval de trait de Baccharis et évacuation en centre de traitement spécialisé. Limiter l'expansion d'un foyer ▪ La coupe et l'arrachage des jeunes plants permet d'éviter le développement d'arbustes matures. L'arrachage manuel est possible pour les plants inférieurs à 50 cm, en prenant soin de ne pas fractionner les racines. ▪ Plusieurs secteurs, en particulier le long du canal étant accessibles aux engins, un débroussaillage mécanique à moins de 10 cm avant la formation de graines (octobre/novembre) permet de réduire la propagation des graines par anémochorie. Afin de réduire le risque de destruction de faune lors du débroussaillage avant	



Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)								Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6																																																								
travaux, il est préconisé de suivre un itinéraire de tonte qui balaye la zone en zig-zag plutôt qu'en opérant des tours concentriques (auquel cas les animaux ne savent pas dans quelle direction fuir). La taille des branches en fleurs est à réaliser si l'arrachage n'a pas pu être réalisé avant la floraison, pour limiter la pollinisation anémogame et la dispersion des graines par anémochorie. Les grappes seront placées dans des sacs fermés hermétiquement et destinés à l'incinération. Le pâturage par des moutons avec une pression de 0,6 mouton/ha pendant 3 ans permet en complément de limiter les repousses après traitement. - La compétition avec des graminées limite la germination du Baccharis. Afin de limiter son expansion, des graminées indigènes peuvent être semées dans les espaces où le sol a été remanié, en prévention d'une colonisation potentielle - Concernant les spécimens les plus âgés, les souches sont percées puis remplies de sel pour les tuer ; mieux vaut attendre, par conséquent, la fin des périodes pluvieuses pour traiter.																																																																
Tentative d'éradication possible à mettre en place au long cours pour les secteurs à la topologie basse, comme dans certaines sansouires et prés salés : - Arrachage manuel des jeunes plants (<50 cm) ou à l'aide d'outils tels que bêche, pioche, baccharrache (spécialement conçu pour l'arrachage du Baccharis) et coupe mécanique des plants adultes, à la débroussailleuse ou la tronçonneuse. Puis dessouchage à l'aide d'un tire-fort/barre à mine ou d'une chaîne attelée à un cheval ou un tracteur. La traction animale permet d'avoir un moindre impact sur le sol. - Immersion en eau des secteurs traités. Les parcelles sont bordées d'un canal. Le trajet de l'eau n'a pas fait l'objet d'une étude fine mais concernant la parcelle de l'étang de l'oiseau, l'eau circule depuis le contre-canal où elle est pompée actuellement via le secteur nommé « les grandes oreilles » au nord de la parcelle (cf – étude Hydratis en Annexe 12). La mise en eau doit atteindre au moins 10 cm de hauteur d'eau et devra durer entre 6 et 8 mois dès l'arrachage des pieds à partir de l'automne et en hiver. Cette inondation a pour but de noyer les racines et les souches qui seraient restées dans le sol et de neutraliser la banque de graines de Baccharis. <i>Remarque : Avant de pratiquer à l'inondation des parcelles, les autres mesures compensatoires C2, C3, C4, C5 et C6 doivent être mises en place afin que les sols ne soient pas trop mouillés pour les travaux</i>																																																																
 Période d'intervention <table><thead><tr><th></th><th>J</th><th>F</th><th>M</th><th>A</th><th>M</th><th>J</th><th>J</th><th>A</th><th>S</th><th>O</th><th>N</th><th>D</th></tr></thead><tbody><tr><td>Arrachage à réaliser sur sol meuble</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Coupe, dessouchage, taille</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Immersion</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>														J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Arrachage à réaliser sur sol meuble													Coupe, dessouchage, taille													Immersion												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																				
Arrachage à réaliser sur sol meuble																																																																
Coupe, dessouchage, taille																																																																
Immersion																																																																
 Matériel nécessaire : Pelle mécanique, bennes de tri, sacs, gants, débroussailleuse, sécateurs, tronçonneuse, bêche/pioche/baccharrache, tire-fort, chaîne, cheval de trait/tracteur, etc.																																																																

Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)

Code de la mesure : C1
lien avec les mesures : C2, C3,
C4, C5, C6

MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



-  Mesure C1 : Traitement de Baccharis
-  Parcelle compensatoire



Sources : ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 150 300 450 Mètres

Carte 90 : Localisation de la mesure C1 de traitement du Baccharis – Parcelle étang de l'oiseau

Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)

Code de la mesure : C1
lien avec les mesures : C2, C3,
C4, C5, C6

MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



-  Mesure C1 : Traitement de Baccharis
-  Complément de parcelle compensatoire



Sources : ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 50 100 150 Mètres

Carte 91 : Localisation de la mesure C1 du traitement du Baccharis – Parcelle Bras mort/Relais



Traitement des déchets

Gestion des espèces envahissantes arrachées : ces espèces ayant un très fort pouvoir de colonisation par multiplication végétative, il est essentiel de ne pas stocker ces espèces en pleine terre sur site, et encore moins de les broyer *in situ*.



Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)		Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
Les végétaux traités devront être stockés en big-bag ou benne ampliroll, eux-mêmes déposés sur bâches plastiques, en limitant le temps de résidence. En cas de vent ou de transport, les déchets doivent être recouverts pour éviter la dissémination des graines ou du pollen anémogame. L'ensemble des rémanents, parties aériennes ou souterraines, issus du traitement seront exportés en filière d'incinération. Les BSD seront exigés de la part des entreprises intervenantes. Tous les engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.		
 Points de vigilance - Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes. - Les terres contaminées ne doivent pas être exportées vers d'autres sites. - Après traitement, le sol ne doit pas être laissé à nu, il est important d'encourager le développement rapide d'un couvert végétal, par ensemencement ou plantation. - Une attention particulière devra être portée sur les secteurs présentant une faune et une flore à enjeu et où l'on retrouve le Baccharis. A savoir - Le surpâturage et le drainage favorisent son installation. - Une seule année d'arrachage des jeunes plants génère une repousse plus dense l'année suivante. C'est pourquoi il est nécessaire de répéter les opérations d'arrachage et de coupe sur plusieurs années. - L'utilisation de produits chimiques est à proscrire, elle a un impact négatif sur la santé et l'environnement. Autre précaution à prendre Le Baccharis présente des fruits plumeux qui peuvent provoquer des allergies respiratoires.		
 Modalités de suivi - Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. - Suivi régulier tous les ans pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures et les éliminer les rejets si besoin, puis tous les 2 ans, puis tous les 3 ans - Le suivi sera intégré à la veille écologique faisant partie du plan de gestion compensatoire (mesure A2, ci-après).		
 Estimation financière (sur la base d'une estimation financière du partenaire en génie écologique OSMAÏA)		
Coupe des parties aériennes et évacuation (le calcul est effectué sur 10 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEC d'ici le démarrage des travaux)	Prix au m ² : 0,12€ Prix estimé maximal pour traiter la totalité des EVEC sur une surface maximale d'environ 10 ha	10 à 15 000 € HT
Arrachage mécanique pendant 2 ans (le calcul est effectué sur 30 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEC d'ici le démarrage des travaux)	Prix au m ² : 1,11€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEC sur une surface maximale d'environ 10 ha	100 à 150 000 € HT
Encadrement écologique	Intégré au plan de gestion compensatoire	p.m.
Etape complémentaire (sur la base du devis du partenaire OSMAÏA)		



Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)		Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
Brossage de prés salés du secteur Camargue puis ensemencement des zones traitées	Estimé à 10 000€/hectare brossé et traité 10 ha au maximum	100 000 € HT
Suivi		
Le suivi des EVEC sera intégré à la mesure de suivi S (explicitée en fin de ce rapport) et fera l'objet d'un plan d'actions dans le cadre d'un comité de pilotage et de surveillance du plan de gestion quinquennal (cf. mesure A2)	Intégré au suivi S	p.m.
Entretien dans le cadre du plan de gestion	Intégré au plan de gestion quinquennal A2	p.m.

4.1.2. Mesure de génie écologique C2 : Suppression partielle du remblai salé

Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle				Code de la mesure : C1
				Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2
E	R	C	A	
Thématique environnementale :		Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : <u>Rappel du contexte :</u> L'étude hydraulique d'Hydratis à l'annexe 12 de ce document, fait apparaître que la moitié de l'ancien étang de l'oiseau a été remblayée par des matériaux d'origine littorale. De ce fait, les sols des parties remblayées sont plus hauts (d'environ 1 mètre) que les zones adjacentes non remblayées, les sols sont de type limono-vaseux et de surcroît sont salés. Ainsi, les habitats dominants qui s'y expriment sont constitués essentiellement de sansouïres, non connectées aux zones de marais plus basses. La granulométrie du sol est fine ce qui a pour conséquence de retenir l'eau en surface mais également de faire plus facilement remonter la nappe salée souterraine par capillarité. La suppression d'une partie du remblai limoneux-vaseux et salé (cf. Annexe 12 étude hydraulique) va permettre de : - Reconnecter la surface du sol et les marais adjacents ; - Retrouver le sol originel du site et la banque de graines associée ; - Retrouver l'expression de la biodiversité de zone humide plus naturelle et les processus biogéochimiques associés				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Secteur de sansouïre au nord de la parcelle « étang de l'oiseau ». Le reste du remblai ne sera pas concerné par les travaux de génie écologique car il est colonisé par une faune et une flore patrimoniale et protégée. Le secteur centre-sud est une butte sablonneuse sur laquelle tamaris et pelouses psammophiles se sont développés. Il présente une biodiversité importante, que la mesure permettra de préserver.				

Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle	Code de la mesure : C1
	Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2



Méthode :

Le remblai correspond à un volume de matériaux d'origine laguno-marine et fluvio-lacustre déposés entre 1979 et 1981 lors du creusement du canal de navigation du Rhône au port de Fos mais aussi lors de l'aspiration de sédiments depuis la côte au niveau de l'actuelle darse 3.

L'ensemble du site de compensation est composé par un remblai limono-argileux sur environ 1 m d'épaisseur.

Les remblaiements bien que non imperméabilisés ni ayant modifié le sol de la zone humide entraîne plusieurs conséquences sur le fonctionnement d'une zone humide. On peut notamment citer :

- La perte de connexion entre la surface du sol et la nappe d'eau,
- Le remplacement d'espèces hygrophiles par des espèces mésophiles ou mésohygrophiles,
- La perturbation des écoulements et du ruissellement vers la zone humide,
- La modification de la porosité et donc de la circulation et du stockage de l'eau,
- La compaction du sol de la zone humide.

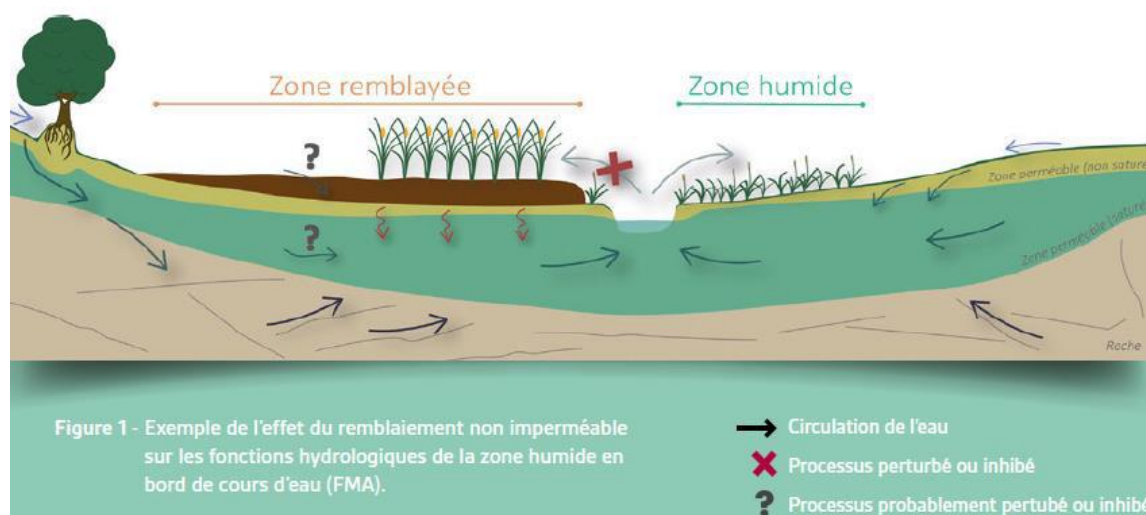


Figure ci-dessus : conséquences d'un remblai non imperméabilisé sur le fonctionnement de la zone humide

Source : Guide méthodologique et technique sur la restauration des zones humides - Carnet 1 : Suppression de remblai - Forum des Marais Atlantiques

Supprimer le remblai nécessite de respecter plusieurs étapes importantes :

1/ **Réaliser en amont du chantier une étude de sol** (pédologie notamment). Cette étude permettra : i/ de **quantifier la hauteur de remblai** à décaisser ainsi que les **volumes de remblais** qui seront à traiter après excavation ; ii/ de poser un **diagnostic qualitatif de la nature des matériaux** qui composent le remblai ainsi que la présence ou non de pollution ainsi que la situation de l'horizon organique qui serait la profondeur à atteindre afin de favoriser la reprise de la banque de graines et iii/ d'étudier les **possibilités de valorisation du remblai**.

2/ Organiser la phase chantier.

La suppression du remblai se fait à l'aide d'une pelle mécanique et doit être effectuée de façon à éviter au maximum les impacts sur le sol de la zone humide. Il convient donc :

- D'éviter les passages répétés d'engins sur le site et donc, dans la mesure du possible, de travailler en une seule passe par secteur ;
- De prévoir, au besoin, des zones de retournement des engins hors zone humide ou sur le remblai (qui, dans ce cas, sera retiré au dernier moment) ;

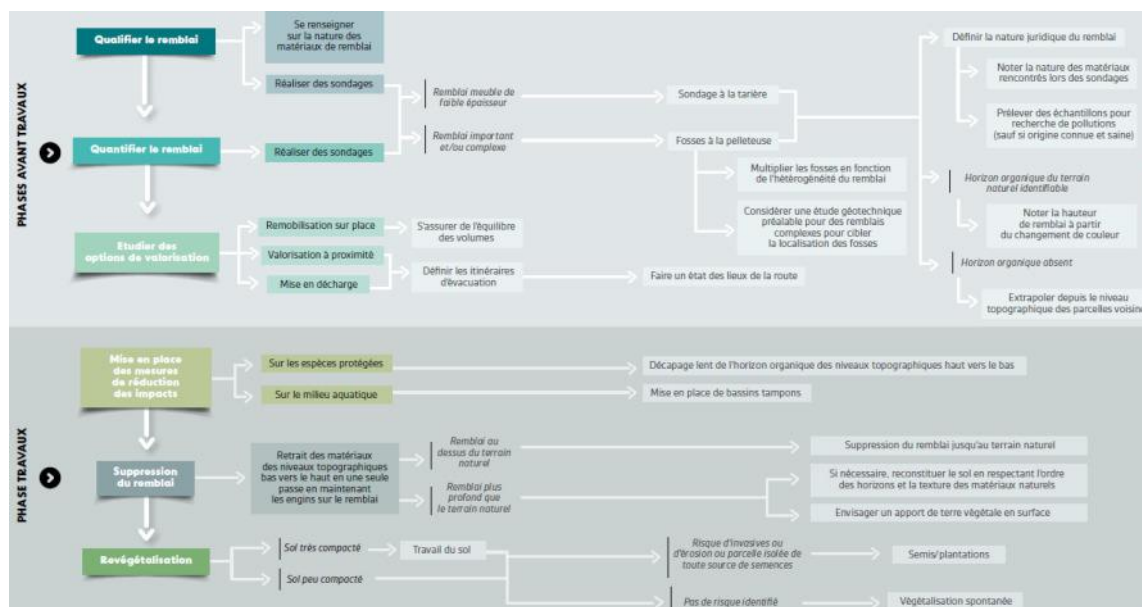


Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle	Code de la mesure : C1
	Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2

- De réaliser les travaux du point topographique bas vers le haut (en s'éloignant du cours d'eau par exemple) et en partant du point le plus éloigné de l'entrée du site afin que les engins puissent travailler depuis le remblai et éviter les embourbements possibles sur les secteurs déblayés qui deviendront nécessairement plus humides ;
- Prévoir des plats-bords ou des plaques de roulage si, pour accéder au chantier, les engins doivent traverser une partie non remblayée de la zone humide ;
- Faire attention à l'apparition de la surface de la zone humide sous le remblai pour éviter de surcreuser et devoir rapporter des matériaux.

Une fois le remblai supprimé, le sol doit être lissé sans tassement. Toutefois, il sera mené le creusement de dépressions qui seront favorables à la reproduction du cortège batrachologique local (mesure C7). Pour ce faire, une part des remblais les plus argileux sera stockée afin de tapisser le fond des dépressions pour mieux retenir l'eau au fond. De même, il sera laissé des secteurs hauts, qui ne seront pas excavés afin de créer une mosaïque d'habitats favorables à la biodiversité locale, ce qui mutualisera la parcelle compensatoire entre zones humides et espèces. L'analyse de photographies aériennes anciennes peut fournir des indices sur la localisation et l'emprise de zones de dépression avant remblaiement.

Il n'est pas prévu de revégétalisations de la zone traitée par déblaiement. Le risque d'envahissement par les EVEE n'est pas nul. Toutefois, dans le cadre du traitement du Baccharis (mesure C1), une mesure de surveillance de la reprise du Baccharis sera prévue avec une gestion active (dans le cadre du plan de gestion quinquennal de la mesure A2) ce qui favorisera la repousse de la flore locale. Par ailleurs, la plantation d'une strate arbustive avec des Tamaris est également prévue par la mesure C3 (décrite ci-après), ce qui diversifiera les habitats et génèrera une compétition pour les EVEE.



Source : Guide méthodologique et technique sur la restauration des zones humides - Carnet 1 : Suppression de remblai - Forum des Marais Atlantiques



Période d'intervention pour le démarrage des opérations

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Suppression du remblai												

Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle	Code de la mesure : C1
	Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2
 Matériel nécessaire : Engins de chantier, pelles mécanique, camions...	
 Localisation de la mesure : MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU <i>Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)</i>   Mesure C2 : Suppression des remblais  Parcelle compensatoire  Sources : ECO-MED 2026 Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93 Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026 N° d'étude : 15848, Client : ANTEAGROUP 0 150 300 450 Mètres Carte 92 : Localisation de la mesure C2 – parcelle étang de l’oiseau *	



Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle		Code de la mesure : C1
		Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2
 Traitement des remblais ▪ Lorsque les remblais sont sains (exempts de pollution), une économie financière et énergétique importante peut être réalisée en mobilisant tout ou partie du remblai sur site. En particulier, il sera possible d'utiliser une part du remblai pour la construction des gîtes à Hérissons (mesure d'accompagnement A1) ; ▪ S'il reste des matériaux, il sera intéressant de se renseigner pour connaître les besoins en remblai locaux (projet Mistral, projet NeoCarb, projet Gravithy ?) à proximité pour du terrassement. D'autres emplois sont possibles comme le comblement de décharge/carrière. ▪ Enfin, s'il reste des matériaux inertes et sains, il faudra les évacuer pour les stocker en centre d'enfouissement technique (CET) de classe 3 ou en installation pour le stockage de déchets inertes (ISDI). ▪ En revanche, si les remblais sont pollués ou non inertes, une filière dédiée devra être recherchée (CET de classe 2 pour les déchets banals, CET de classe 1 pour les déchets dangereux pour la santé ou l'environnement).		
 Points de vigilance ▪ Les zones à enjeux, notamment au niveau de la flore, devront être sauvegardées ; ▪ Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.		
 Modalités de suivi ▪ Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. ▪ Suivi régulier pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures.		
 Estimation financière		
Encadrement écologique		1 000 €/j
Suppression du remblai	Entre 70 000 et 1 870 000 € HT l'hectare selon la qualité du remblai (pollué, sain, etc)	
Traitement du remblai		



4.1.3. Mesure de génie écologique C3 : Conservation d'îlots surélevés

Mesure C3 : Conservation d'îlots surélevés										Code de la mesure : C3			
										Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C4, C5, C6, A1, A2			
E	R	C	A										
Thématique environnementale :				Milieux naturels				Paysage		Air / Bruit			
Objectif de la mesure : La conservation d'îlots surélevés permettra de garder une diversité d'habitats au sein du site, tant du point de vue de la flore (<i>Limonium</i> notamment), que de la faune (Guêpier d'Europe, Tadorne de Belon, Oedicnème criard etc.), comme zones de nidification ou d'alimentation.													
Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Pelouse à Salicorne</i>													
Méthode : Les zones qui serviront d'îlots surélevés devront être délimités et marqués en amont des travaux de déblaiement. Afin de favoriser la repousse d'une végétation hygrophile, de légères dépressions pourront être dessinées et permettront un meilleur engorgement en eau.													
Période d'intervention pour le démarrage des opérations													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Suppression du remblai													
Matériel nécessaire : Engins de chantier pelles mécanique, camions...													
Localisation de la mesure :													





Mesure C3 : Conservation d'îlots surélevés		Code de la mesure : C3
		Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C4, C5, C6, A1, A2
Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.		
Modalités de suivi - Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. - Suivi régulier pendant 5 à 10 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures (intégration au plan de gestion, mesure A2).		
Estimation financière		
Encadrement écologique		Inclus dans la mesure de C2
Suivi écologique		Intégré au plan de gestion compensatoire (mesure A2)

4.1.4. Mesure de génie écologique C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers

Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers				Code de la mesure : C4																									
				Lien avec autres mesures : C1, C2, C3, C5, C7, C8																									
E	G	C	A																										
Thématique environnementale			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit																								
 Objectif de la mesure : Recréer des habitats de reproduction pour les chiroptères arboricoles et les oiseaux cavicoles Recréer des habitats de déplacement, d'alimentation pour les chiroptères Reconstituer un habitat de zone humide																													
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Oiseaux, Chiroptères, Amphibiens Zones humides			 Calendrier de la mesure <table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																		
Contexte : Le projet entraine la destruction de plusieurs bosquets à Peuplier et Tamaris sur la zone d'étude impactant les oiseaux, les chauves-souris et les zones humides. Les secteurs choisis pour cette mesure sont ceux traités en amont pour le Baccharis (mesure C1). Il y aura donc un temps long entre le début des travaux de génie écologique avec le traitement des EVEC et la plantation des haies (1 an). Concernant la plantation des Peupliers dans la parcelle Bras mort/relais, il s'agit de constituer un habitat qui sera favorable dans un futur assez éloigné (10 ans) à la reproduction de chiroptères et d'oiseaux cavicoles. En																													



Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers	Code de la mesure : C4
	Lien avec autres mesures : C1, C2, C3, C5, C7, C8
attente de la maturation des arbres, la mesure est complétée par la pose de nichoirs (Rollier/Huppe fasciée/Petit-duc) et par la pose de gîte à chiroptères (mesure C4).	
Méthode : Ces haies seront essentiellement constituées de Peupliers (<i>Populus spp</i>) et de Tamaris, deux espèces présentes localement et sur la zone d'étude. Elle sera créée sur un linéaire d'environ 1 800 m de Tamaris, dans la parcelle de l'étang de l'oiseau d'une part, et d'une haie élargie faisant un linéaire d'environ 600 m de peupliers, dans la parcelle u bras mort, d'autre part. Les plantations devront se faire sur les hauts de berge tout le long du linéaire une fois le Sénéçon en arbre traité. Cette mesure a donc un décalage d'au moins 1 an après le début des travaux de génie écologique compensatoires. Les plantations seront faites sur une ligne variant de 30 à 100 m. La densité de plantation des arbres sera de 300 plants / ha, soit un arbre au moins tous les 5 m. Malgré l'apport en eau douce prévu (C1) et le maintien de cet apport (plan de gestion), la salinité du milieu restera non négligeable. Les espèces envisageables pour la ripisylve sont donc limitées. Des relevés de salinité pourront permettre de déterminer les essences ayant la possibilité de se maintenir. Actuellement, sont envisagées : • Peuplier blanc (<i>Populus alba</i>) • Tamaris de France (<i>Tamarix gallica</i>) Les espèces pourront être issues de la zone d'étude ou de pépinière locale. <u>Une partie des arbres proviendra de la zone projet, au moment de la campagne de défrichage. Les baliveaux (individus de 3/4 ans) seront prélevés, transportés et replantés dans la zone dédiée.</u> <u>Préparation des plants de la zone d'étude :</u> • Préparation des sols sur la zone de compensation ; • Récupération des individus à l'aide d'un godet en conservant un maximum de racines et de sol ; • Installation de protections anti-prédateur (gainés climatiques grillagées) sur tous les individus inférieurs à 1m et 15 cm de tronc ; • En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier 1/Transplantation d'arbres (estimation de la densité à 300 arbres/ha) 2/Tuteurage tripode des arbres transplantés 3/Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm m² 4/Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ou inondation par le canal <u>Préparation des plants issue de pépinière :</u> 1/Plantation de godets forestiers pour la constitution de haie fonctionnelles et d'un boisement compensatoire plants/ha sur une superficie de 6,5ha 2/Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation u 3 /Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables 4/Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois u 5/Arrosage 20L/plant/passage	

Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers	Code de la mesure : C4 Lien avec autres mesures : C1, C2, C3, C5, C7, C8
- Plant en racine nue ou godets de provenance régionale - Si racines nues, chaque plant sera préparé (habillage des racines et pralinage des plants). - Les protections anti-prédateur (gainnes climatiques grillagées) seront systématiques.	
  Illustration du matériel de protection des jeunes plants : à droite la dalle de paillage en chanvre et le manchon de protection (filet ou gaine ajourée)	
En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier	
 Modalités de suivi Un suivi sera a réalisé en accompagnement du chantier puis une fois les arbres plantés sur 20 ans, un suivi annuel pendant 5 ans puis un suivi tous les 5 ans (cf S2). Indicateurs - Absence d'EVEE - Croissance des individus - Densification de la haie	

Localisation de la mesure



Carte 94 : Localisation de la mesure C4 : Plantation de haies de tamaris et de peupliers – parcelle étang de l’oiseau



Estimation financière

Transplantation d'arbres (5m) favorables aux chiroptères

	unité	Prix unitaire	total estimatif
Transplantation d'arbres (baliveaux) issus de la zone projet <i>NB : si le nombre de baliveaux n'est pas suffisant dans la zone projet, un travail de</i>	50	Env. 1 110 € HT	Env. 5 550 € HT



recherche à l'échelle de la ZIP sera effectué sur d'autres zones projets en partenariat avec le GPMM			
Tuteurage tripode des arbres transplantés	50	Env. 100 € HT	Env. 5 000 € HT
Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm /m²	500	Env. 10 €	Env. 5 000 € HT
Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ou inondation	50	Env. 13 €	Env. 650 € HT
Plantation de godets forestiers pour la reconstitution d'une haie fonctionnelle 100 plants/ha sur un linéaire de 1800 m			
Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation	200,00	20 €	Env. 4 000 € HT
Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables	200,00	Env. 10 €	Env. 2 000 € HT
Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois	200,00	Env. 10 €	Env. 2 000 € HT
Arrosage 20L/plant/passage	200,00	Env. 13 €	Env. 2 600 € HT

4.1.5. Mesure de génie écologique C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau

Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau				Code de la mesure : C5
				Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3, C4
E	R	C	A	
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Une roubine borde chacune des deux parcelles de compensation. La roubine de la parcelle de l'oiseau circule au sein de la zone naturelle de l'étang de l'oiseau, au nord de la parcelle. Elle est utilisée afin d'inonder la parcelle voisine à l'ouest. Cette roubine devra être restaurée une fois les terres décaissées, afin de permettre un engorgement important après le décaissement de la zone humide. Un talutage de la berge sera effectué en amont de la mesure de plantation de la haie, et après le décaissement des remblais.				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Zone à Baccharis</i> <i>Sansouire sur remblai (nord de la parcelle)</i>				
 Méthode : La roubine ne semble pas avoir été utilisée récemment. Une vérification de l'hydraulique puis une restauration de cet aménagement sera donc nécessaire une fois que les terres auront été décaissées. Cette roubine, devra être recréée en lieu et place. En parallèle à la restauration de la roubine, une prise d'eau sera construite en parallèle de la prise d'eau existante sur le contre-canal. En effet, il est indispensable que la mise en eau de parcelle soit indépendante des autres usagers de l'eau du secteur. Afin de garantir que l'apport d'eau dans la parcelle n'entraîne pas des inondations le long des parcelles amont, un travail hydraulique sera mené pour recenser les petits ouvrages (martellières). Avant chaque mise en eau, il sera nécessaire de prévenir les autres usagers à travers le GPMM, propriétaire des terrains adjacents.				



Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau		Code de la mesure : C5											
		Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3, C4											
L'engorgement de la parcelle devra être réalisée en hiver jusqu'au début du printemps.													
 Période d'intervention pour le démarrage des opérations													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Suppression du remblai													
 Matériel nécessaire : Pelle manuelle, voire engins de chantier (pelles mécanique, camions...)													
 Localisation de la mesure :													

Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau

Code de la mesure : C5

Lien avec d'autres mesures :
C1, C2, C3, C4

MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



▲ Mesure C5 : Restauration hydraulique et connectivité au réseau d'eau prise d'eau sur le contre-canal

▭ Mesure C5 : Restauration hydraulique et connectivité au réseau d'eau

▭ Parcelle compensatoire



Sources : ECO-MED 2026
Fond : IGN / système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENIMAT) 29/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 150 300 450 Mètres



Points de vigilance

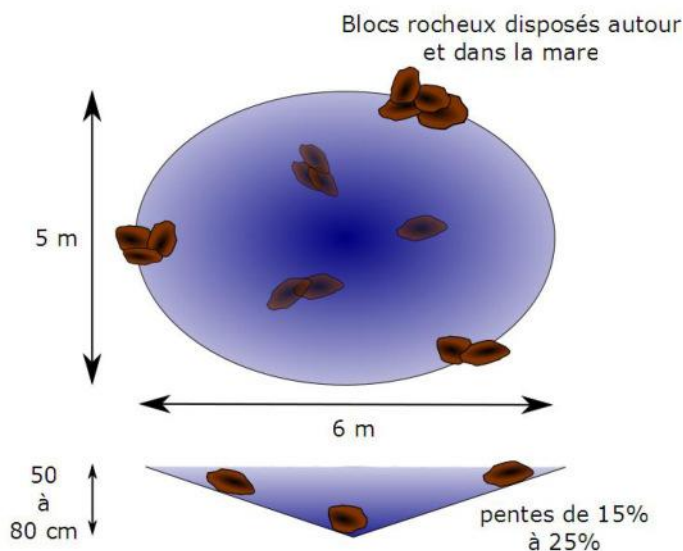
- Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.



Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau		Code de la mesure : C5
		Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3, C4
 Modalités de suivi - Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. - Suivi régulier pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures.		
 Estimation financière		
Encadrement écologique		1 000 €/j
Travaux de restauration		Non évaluable à ce stade

4.1.6. Mesure de génie écologique C6 : Creusement de dépressions pour le cortège local d'amphibiens

Mesure C5 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles					Code de la mesure : C6	
					Lien avec autres mesures : C1, C2, C5	
E	G	C	A	R2.I : Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet ou à proximité		
Thématique environnementale				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Favoriser durablement la reproduction des amphibiens Favoriser les habitats temporaires en faveur des amphibiens et autres espèces aquatiques à écologie méditerranéenne.						
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Pélodyte ponctué, Pélodote cultripède Crapaud calamite, Rainette méridionale, Couleuvre à collier, Couleuvre vipérine, Noctule de leisler, Pipistrelle pygmée et autres groupes (reptiles, oiseaux), Leste à grands stigmas				 Période favorable : après les travaux de la mesure C1, C2, C3 Création et entretien des mares : à la fin de l'été, début d'automne (avant les pluies d'automne pour une mise en eau rapide). Inondation temporaire en automne/hiver		
 Contexte : Les mares naturelles ou artificielles présentent de nombreux intérêts écologiques qui sont maintenant bien mieux cernés des scientifiques. Les mares sont souvent associées seulement à leur cortège batrachologique mais à tort car leurs intérêts sont souvent croisés avec d'autres groupes biologiques (et localement, plusieurs espèces d'invertébrés comme certaines libellules rares à l'échelle française, dont le Leste à grands stigmas). En effet, en plus de leur rôle pour les amphibiens en tant que zone de ponte, elles jouent également le rôle de point d'abreuvement pour l'ensemble de la faune sauvage et notamment pour les oiseaux, les reptiles et les chiroptères. Elles peuvent ainsi être de bons auxiliaires pour les cultures faunistiques.						

Mesure C5 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles	Code de la mesure : C6 Lien avec autres mesures : C1, C2, C5
Néanmoins, la création d'une mare peut s'avérer assez complexe au regard du substrat, de la pente et des objectifs escomptés. De plus, il convient de prendre en considération qu'une mare peut être sujette à un comblement progressif du fait notamment de matières végétales en décomposition (hydrophytes) ou du développement des hélophytes. Un entretien tous les 2 à 3 ans est donc nécessaire afin de maintenir voire accroître son intérêt écologique. Il s'agit de créer et entretenir des mares dont le positionnement a été réfléchi en fonction de l'apport d'eau nécessaire et de la présence d'un cortège d'amphibiens déjà présent ou du fait de la proximité d'autres aménagements favorables aux amphibiens. Il y a bien évidemment un côté expérimental dans la création de ces mares mais néanmoins il est bon d'informer que des expériences similaires ont été menées localement et ont démontré pleinement leur intérêt) (cf Philippe Lambret, Olivier Boutron, Institut de recherche de la Tour du Valat, Grégoire Massez, Amis des Marais du Viguerat : Etude de l'écologie de <i>Lestes macrostigma</i> et restauration de son habitat. Le courrier de la nature n°0 296 - Special Libellules – 2016). Par ailleurs, cette mesure sera localisée dans des secteurs où une inondation temporaire et partielle sera réalisée. Le remplissage des mares sera donc assuré par inondation. Il sera respecté une inondation non permanente afin de favoriser les espèces à cycle de développement court à moyen.	
 Méthode : <u>Etape préalable</u> : arrachage et gestion des EVEC (Baccharis secteur canal, cf. localisation ci-après) : mesure C2 <u>Formes et disposition des mares :</u> <i>Les caractéristiques techniques seront variables en fonction de l'emplacement de la mare. En effet, en fonction des habitats et des substrats, la technique sera adaptée.</i> Ainsi, pour les mares qui seront situées sur la zone de Baccharis traités et inondés, les mares respecteront les caractéristiques techniques suivantes conformément au schéma présenté ci-après :  Blocs rocheux disposés autour et dans la mare 5 m 6 m 50 à 80 cm pentcs de 15% à 25% <u>Dimensions :</u> Environ 30 m² de surface pour chacune des mares en privilégiant la dimension de 5 x 6 mètres ; - Hauteur : Variables entre 50 et 80 centimètres pour chacune des mares. Idéalement, la mare doit rester en eau 35 semaines au cours de l'année, correspondant aux exigences biologiques du Pélobate afin de mener à son terme son cycle biologique complet.	



Mesure C5 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles		Code de la mesure : C6										
		Lien avec autres mesures : C1, C2, C5										
- Pente : Variables entre 15% et 25% en périphérie de chacune des mares ; - Alimentation et étanchéité : L'alimentation en eau de ces mares pourra être effectuée par les précipitations afin de leur assurer un fonctionnement naturel. Néanmoins une connexion directe à l'eau du canal attenant est envisagée. Sous réserve des conditions de substrat révélées à la suite de la mesure d'arrachage des EVEC (mesure C1), leur étanchéité sera assurée par un dépôt d'une couche d'argile (10-20 cm environ). Il est à noter cependant que l'utilisation de substrat argileux en zone méditerranéenne pose parfois problème. En effet, suite à l'évaporation de l'eau, la couche d'argile soumise à la sécheresse intense peut se craqueler et risque fortement de perdre leur étanchéité lors des premières pluies de fin d'été ou d'automne. - Aménagements annexes : Mise en place de petits blocs rocheux autour et au sein des mares favorisant ainsi les possibilités de caches pour les amphibiens, mais également quelques espèces de reptiles. Travail à effectuer : - Assurer un creusement sur une profondeur comprise entre 50 et 80 centimètres soit par engin mécanique soit manuellement. Il conviendra de privilégier l'action manuelle autant que possible ; - Assurer l'étanchéité du substrat de la mare (dépôt de matière argileuse) ; - Déposer des éléments grossiers au fond de la mare et à proximité immédiate en guise d'abris ; - Entretien tous les 3 ans des mares créées (ratissage de la surface de l'eau si envahissement par des algues et lentilles, fauchage des hélophytes si envahissement, curage de la mare si envahissement par de la matière organique). Calendrier des travaux : - Il est préférable d'entreprendre la création des mares juste en amont de fortes pluies à savoir à l'automne en contexte méditerranéen ; - L'entretien devra être effectué en période d'assez si la mare est temporaire ou en fin d'été (aoûts-septembre) quand la plupart des espèces ont accompli leur cycle biologique. L'entretien de ces mares sera à prévoir sur une durée minimale de 30 années.												
Actions	N	N+3	N+6	N+9	N+12	N+15	N+18	N+21	N+24	N+27	N+30	
Creusement de la mare												
Assurer l'étanchéité du substrat												
Déposer des éléments grossiers												
Entretien des mares												



Modalités de suivi

➤

Accompagnement avant / pendant la création des mares

➤

Veille écologique

Indicateurs :

-

Présence d'un cortège d'amphibiens locaux ;

-

Utilisation des mares par d'autres groupes biologiques comme les oiseaux, les reptiles et les invertébrés

Localisation de la mesure

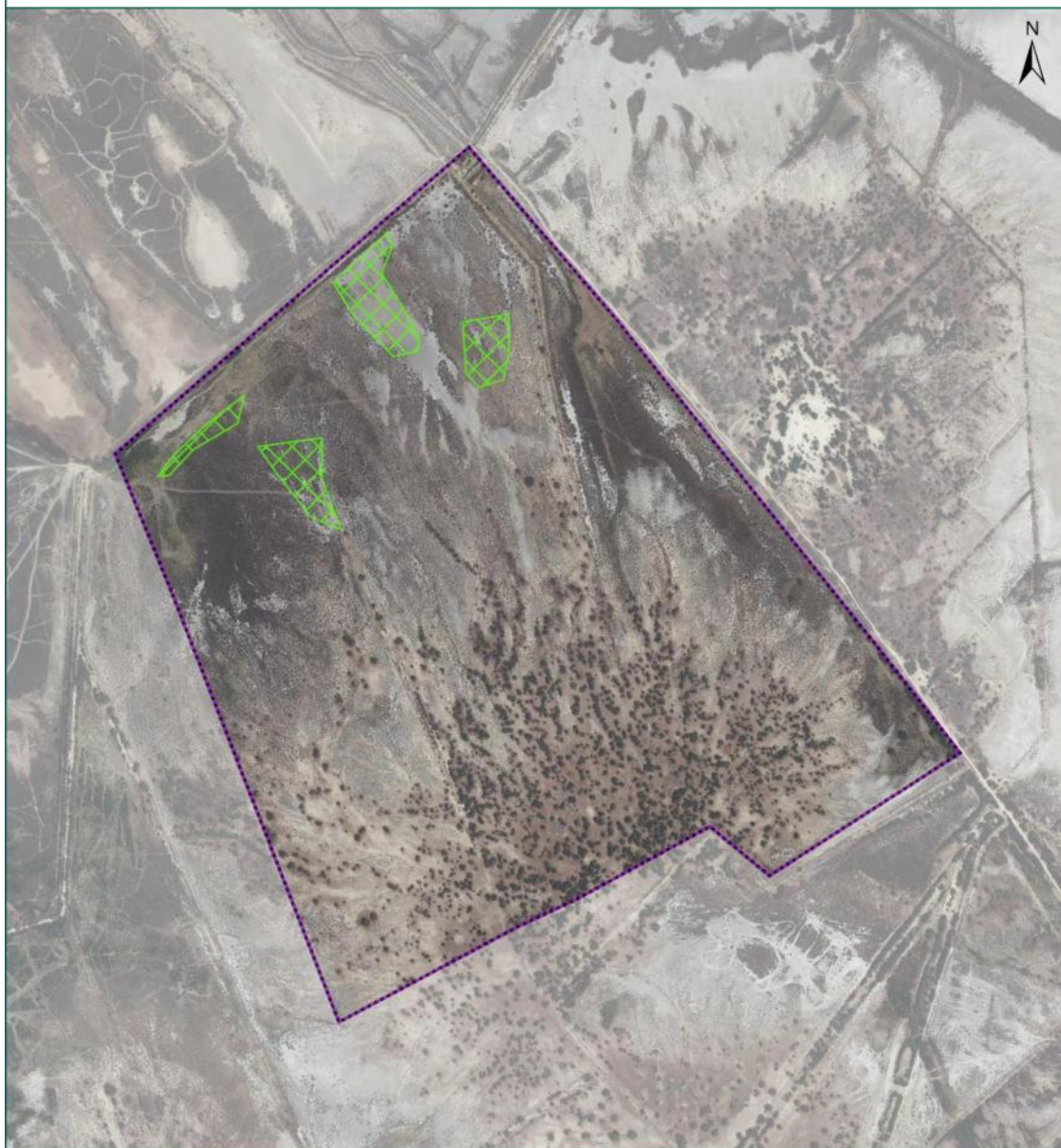
Mesure C5 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles

Code de la mesure : C6

Lien avec autres mesures : C1, C2, C5

MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



 Mesure C6 : Creusement de dépressions pour les amphibiens

 Parcelle compensatoire

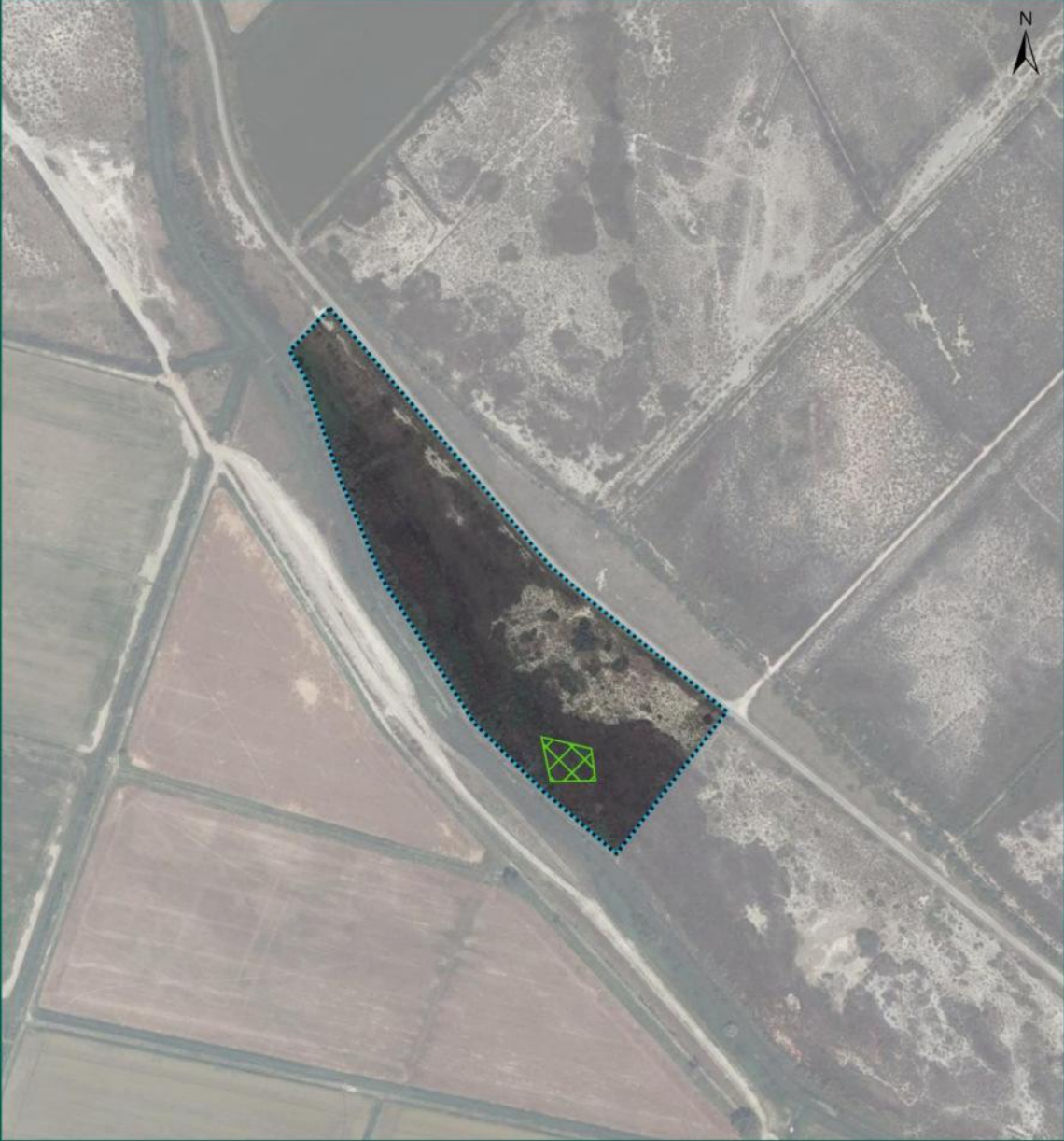


Sources : ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 150 300 450 Mètres

Carte 95 : Localisation de la mesure C5 : création de mares temporaires/dépressions – parcelle de l'étang de l'oiseau



Mesure C5 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles		Code de la mesure : C6
		Lien avec autres mesures : C1, C2, C5
MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE SALIN RELAIS Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)   Mesure C6 : Creusement de dépressions pour les amphibiens  Complément de parcelle compensatoire  Sources : ECO-MED 2026 Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93 Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026 N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP 		
Carte 96 : Localisation de la mesure C5 : création de mares temporaires/dépressions – parcelle Bras mort/Relais		
 Estimation financière		
Suivi par un expert		1 000€/jour



Mesure C5 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles		Code de la mesure : C6
		Lien avec autres mesures : C1, C2, C5
Création et entretien des mares	Inclus dans les actions du plan de gestion compensatoire	



4.2. Bilan fonctionnel du projet

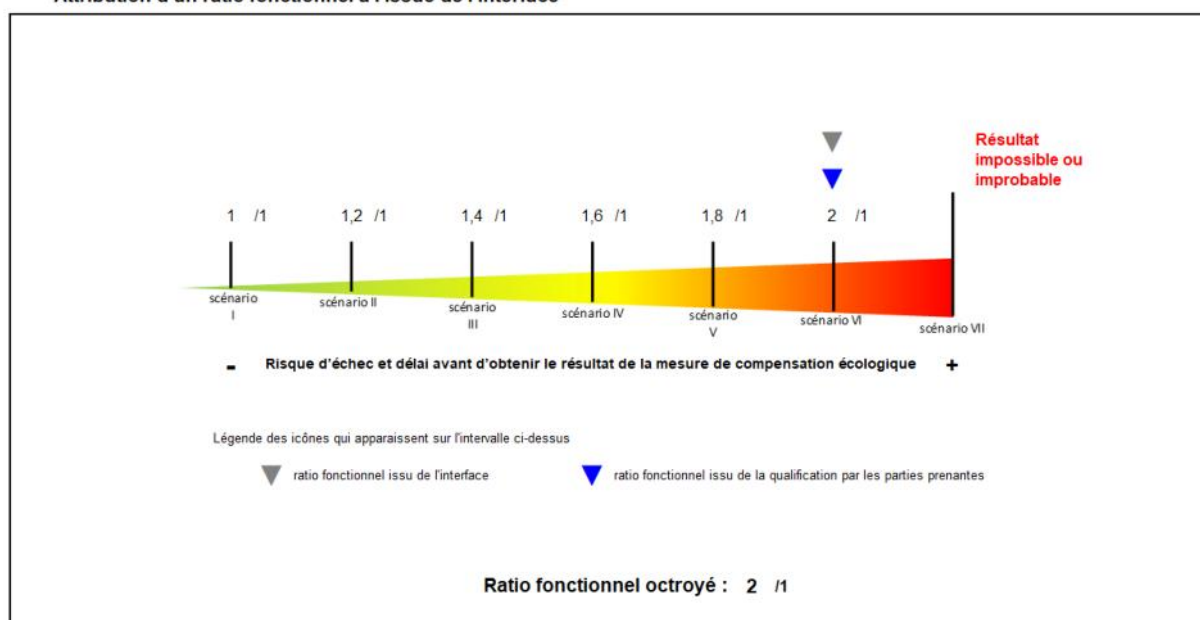
Définition de l'intervalle de variation du ratio fonctionnel sur le territoire

Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique ; il quantifie l'intensité des gains fonctionnels nécessaires pour garantir d'obtenir une équivalence fonctionnelle. Il correspond à un facteur d'ajustement du dimensionnement selon la faisabilité technique de la mesure de compensation, le délai pour obtenir son résultat et l'environnement du site de compensation. **Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique préconisé par les SDAGE.** Le ratio fonctionnel est une donnée nécessaire à l'étape finale du diagnostic fonctionnel : l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle entre les pertes sur le site impacté et les gains sur le site de compensation.

L'intervalle de variation du ratio fonctionnel a été défini en l'absence de préconisation formelle sur le territoire où est prévu l'aménagement. Il a été défini entre **1/1 et 2/1**.

La qualification automatisée de la mesure de compensation écologique réalisée par l'interface de dimensionnement définit **un ratio fonctionnel de 2**. Ce ratio est dû à la faisabilité technique qui est jugée « peu probable ». Cette évaluation est réalisée au regard des trajectoires écologies envisagées sur les sites de compensation identifiés, de la nature des actions écologiques envisagées, de l'état de dégradation du site de compensation et de sa superficie. Le délai (proximité temporelle) est jugé « rapide » au regard des trajectoires écologiques envisagées sur le site de compensation et de l'étage altitudinal.

Attribution d'un ratio fonctionnel à l'issue de l'interface



4.3. Résultat des impacts du projet sur la zone humide et des mesures de compensation

Les indicateurs où un **gain fonctionnel** pour la fonction d'accomplissement du **cycle biologique des espèces** est constaté concernent :

- L'équipartition des habitats
- Les habitats hygrophiles
- Les habitats non halophiles
- La rareté de l'anthropisation de l'habitat
- La rareté de la fragmentation
- La similarité avec le paysage

Les indicateurs où un **gain fonctionnel** est constaté pour les sous-fonctions **hydrologiques et biogéochimiques** concernent :

- La rareté des rigoles,



- La rareté des fossés et fossés profonds
- La rareté du ravinement

La compensation vise principalement à restaurer la fonctionnalité d'accomplissement du cycle biologique des espèces en obtenant **une équivalence fonctionnelle pour la sous-fonction de support des habitats**. Pour rappel, **cette sous-fonction était la sous-fonction principale à restaurer**. Des gains fonctionnels sur 9 indicateurs sont par ailleurs atteints, dont 6 sont des indicateurs de la fonctionnalité d'accomplissement du cycle biologique des espèces.

Au regard du nombre d'indicateurs et de leurs intensités, cette sous-fonction devient prioritaire sur le site de compensation avec les actions écologiques envisagées. De plus, la sous-fonction de connexions aux habitats bénéficiera également d'un gain fonctionnel basé sur le seul indicateur utilisé pour la mesurer.

En remplaçant les remblais pâturés par un marais salé, la zone humide s'ancre au sein de son paysage et est nettement plus similaires aux habitats naturels à proximité. La connectivité des habitats et les possibilités de déplacement des espèces autochtones sont améliorées. La sous-fonctionnalité de connexion des habitats est donc jugé prioritaire.

Les mesures compensatoires proposées ci-avant seront bénéfiques pour les fonctionnalités hydrologiques et biogéochimiques de la zone humide. En l'état actuel de la parcelle, le remblai impacte l'alimentation en eau du secteur, induisant une diminution significative de ces fonctionnalités.

La restauration du marais salé (suppression du remblai, restauration des roubines, gestion du Baccharis...) permettra notamment d'améliorer les sous-fonctionnalités hydrologique et biogéochimique suivantes (interprétation réalisée à partir de la méthode nationale et des dire d'experts) :

- **La recharge des nappes** : en reconnectant le sol à la nappe, les eaux de surface peuvent s'infiltrer plus facilement, contribuant à la recharge des nappes phréatiques.
- **L'atténuation des débits de crue** : en permettant à l'eau de circuler plus librement sur la parcelle, les excès d'eau lors des périodes de fortes pluies sont plus facilement absorbés et stockés. Cela réduit les risques d'inondation des canaux et cours d'eau à proximité.
- **Le ralentissement des ruissellements et la rétention des sédiments** : en permettant au couvert herbacé, arbustif et arboré de se développer à la place de la pâture, le couvert végétal permanent sera plus dense et la rugosité sera améliorée. Les sédiments seront plus facilement stabilisés et les nutriments seront moins lessivés.
- **La dénitrification, l'adsorption/précipitation du phosphore et l'assimilation végétale de l'azote et des orthophosphates** : de la même manière, une végétation plus dense et une rugosité plus importante du couvert végétal permettront un cyclage de l'azote et du phosphore, entre autres.
- **La séquestration du carbone** : un couvert ligneux, une biomasse végétale plus importante et un engorgement permanent favoriseront la séquestration du carbone.
- **La filtration et la purification de l'eau** : en permettant à l'eau d'être stockée, les polluants et les nutriments excessifs seront retenus plus longtemps et ainsi dégradés par les processus microbiens et chimiques.

La restauration du marais salé offre des avantages écologiques substantiels en améliorant les fonctions hydrologiques et biogéochimiques de la zone humide locale.

En conclusion, les mesures de compensation permettront de **nombreux gains fonctionnels pour l'ensemble des sous-fonctions hydrologiques et biogéochimiques**. Ces gains sont principalement liés à la réduction des systèmes de drainages, à la végétation permanente plus importante, au couvert moins herbacé et plus arbustif et arboré, ainsi qu'à l'engorgement permanent plus fréquent.

Concernant spécifiquement la sous-fonction « recharge des nappes », celle-ci est évaluée par la méthode nationale en considérant la densité des systèmes de drainage et la conductivité hydraulique du sol (une texture grossière favorisant une infiltration plus efficace des écoulements). La zone humide impactée par le projet Mistral-



Marcegaglia présente une densité de fossés faible et une texture sableuse du sol, due au remblaiement de la zone humide originelle, favorisant ainsi cette sous-fonctionnalité. Les indicateurs n'étant pas dégradés, cette sous-fonctionnalité est donc jugée prioritaire sur le site impacté.

En ce qui concerne la parcelle de compensation, cette sous-fonctionnalité de recharge de nappe est fortement impactée par le remblai limoneux sur la zone humide.

La suppression de ce remblai permettra de restaurer entièrement la sous-fonctionnalité, en supprimant le substrat empêchant ou limitant fortement les infiltrations ; et ainsi de répondre parfaitement au besoin de compensation fonctionnel de cette seconde fonctionnalité identifiée comme prioritaire à compenser.

En outre, il est indispensable de préciser que scientifiquement la méthode nationale ne prend pas en compte les éléments suivants :

- **La reconnexion du sol avec la nappe par suppression du remblai** : La distance entre la surface du sol et la nappe phréatique influence la capacité de recharge. Ce remblai présente une hauteur moyenne comprise entre 80 cm et 100 cm par rapport au niveau du sol originel. Une nappe proche de la surface est plus facilement rechargée par les eaux de surface et de pluie ;
- **La couverture végétale plus dense, avec un système racinaire plus développé** : Les racines des plantes créent des voies pour l'infiltration, tandis que la végétation dense peut réduire le ruissellement et augmenter la rétention d'eau. C'est le cas sur la parcelle, où la végétation herbacée est dense, du fait du caractère très nitrophile de la parcelle (élevage bovin extensif enrichissant les sols avec les déjections) ;
- **La création de dépressions humides** : Les creux topographiques permettent de récolter plus facilement les eaux de ruissellement et augmentent la capacité d'infiltration. L'eau s'écoulant sur le terrain sera préférentiellement captée vers la zone humide plutôt que vers le canal ou les terrains alentours. La zone est actuellement assez plane les opérations compensatoires ont vocation à créer de l'hétérogénéité altitudinale (des creux et des bosses).

Sans ces indicateurs scientifiques et objectifs, le gain fonctionnel ou l'équivalence fonctionnelle est difficile à démontrer avec la méthode nationale. A travers nos analyses et projections d'actions compensatoires, il apparaît clairement que cette sous-fonctionnalité « **recharge des nappes** » peut être facilement restaurée sur le site de compensation grâce aux mesures envisagées.

Fonctions	Sous-fonctions (=SF)	Importance de la sous-fonctions avant compensation	Nombre d'indicateurs associés à un gain fonctionnel	Importance de la sous-fonctions après compensation	Amélioration des sous-fonctions
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	Secondaire	4	Secondaire	SF améliorée par les actions sur systèmes de drainage et du couvert végétal
	Ralentissement des ruissellements	Secondaire	4	Secondaire	SF améliorée par les actions sur systèmes de drainage et du couvert végétal
	Recharge des nappes	Prioritaire (jugée peu pertinente en système estuarien)	4	Prioritaire	SF améliorée par les actions sur systèmes de drainage et sur les facteurs d'érosion
	Rétention des sédiments	Secondaire	5	Secondaire	SF améliorée par la végétalisation du site,



Fonctions	Sous-fonctions (=SF)	Importance de la sous-fonctions avant compensation	Nombre d'indicateurs associés à un gain fonctionnel	Importance de la sous-fonctions après compensation	Amélioration des sous-fonctions
					les actions sur les systèmes de drainage et les actions sur les facteurs d'érosion
	Soutien au débit d'étiage	SF non évaluée en système estuarien			
Biogéochimique	Dénitrification	Secondaire	5	Prioritaire	SF améliorée par la végétalisation du site, les actions sur les systèmes de drainage et les actions sur les facteurs d'érosion
	Assimilation végétale de l'azote	Secondaire	5	Prioritaire	SF améliorée par la végétalisation du site, les actions sur les systèmes de drainage et les actions sur les facteurs d'érosion
	Adsorption et précipitation du phosphore	Secondaire	5	Prioritaire	SF améliorée par la végétalisation du site, les actions sur les systèmes de drainage et les actions sur les facteurs d'érosion
	Assimilation végétale des orthophosphates	Secondaire	5	Prioritaire	SF améliorée par la végétalisation du site, les actions sur les systèmes de drainage et les actions sur les facteurs d'érosion
	Séquestration du carbone	Secondaire	5	Prioritaire	SF améliorée par la végétalisation du site, les actions sur les systèmes de drainage et les actions sur les facteurs d'érosion
Ecologique	Support des habitats	Prioritaire	5	Prioritaire	SF l'équipartition des habitats, les habitats hygrophiles et non halophiles ainsi que la rareté de l'anthropisation et de la fragmentation
	Connexion des habitats	Secondaire	1 gain fonctionnel	Prioritaire	SF améliorée par la similarité avec le paysage



4.4. Vérification des principes de la compensation

Critères		Vérification
Equivalence écologique	Typologie de zone humide à restaurer similaire à celle de la zone humide détruite	La zone humide impactée et les zones humides de compensation sont de types « estuariens » ➔ Principe validé
Plus-value écologique	Obtention de gains écologiques par rapport à la trajectoire naturelle	Les mesures de compensation permettent d'obtenir 9 gains fonctionnels d'après la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. ➔ La plus-value écologique est trop faible pour que le principe soit validé, mais la méthode semble sous-estimer les gains. Selon l'avis d'experts, la compensation proposée pourrait apporter des gains écologiques importants sur l'ensemble des fonctionnalités. Des précisions sont apportées dans la partie 4.7.
Proximité spatiale	Localisation dans une parcelle limitrophe ou dans le même sous-bassin versant hydrographique	La zone humide impactée et les zones humides sont proche géographiquement ➔ Principe validé
Proximité temporelle	Concomitance avec les travaux	Les actions de compensation sont prévues fin 2026 (concomitance avec les travaux) ➔ Principe validé
Proximité fonctionnelle	Connexion à un corridor écologique en lien avec les milieux détruits	Les habitats restaurés sont équivalents à ceux détruits ➔ Principe validé
Faisabilité technique	Mise en œuvre de techniques éprouvées avec des retours d'expériences positifs	Les mesures de compensation s'orientent sur la gestion des EVEE, de la plantation d'espèces végétales, du décaissement et de la modification topographique ainsi que de la restauration hydraulique. Ces techniques sont bien éprouvées ➔ Principe validé
Pérennité	Concomitance avec la durée de l'incidence résiduelle	La gestion des parcelles compensatoires durera aussi longtemps que l'incidence résiduelle du projet (soit la durée de vie du projet) ➔ Principe validé
Additionnalité financière	Absence d'aides publiques sectorielles	Aucune aide publique ➔ Principe validé



4.5. Conclusion sur la pertinence des actions compensatoires

Comme présenté précédemment, au regard de ces éléments, de l'historique de la parcelle, nous estimons que le critère lié aux fonctions biologiques des espèces est prépondérant sur les critères liés aux fonctions hydrologiques et biogéochimiques sur le site impacté, au regard de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides.

L'accent a donc été mis, en termes compensatoires, sur la recherche d'une équivalence sur les fonctions et sous-fonctions qui ont été qualifiées de prioritaires sur le site impacté, à savoir les sous-fonctions « support des habitats ». Encore une fois, bien que présentée par la méthode comme prioritaire, la fonction « recharge des nappes » est peu pertinente dans un système estuarien. La forte connexion des eaux sous-terraines avec les eaux marines environnantes rend peu probable l'exploitation d'éventuelles nappes.

La grille de référence de l'OFB, en tant qu'indicateur, permet de bien identifier les fonctions et sous-fonctions prioritaires impactées devant être compensées. Scientifiquement, appuyé par la ligne directrice de la grille d'analyse pour compenser les pertes liées au projet Marcegaglia, nous avons choisi les fonctions et sous-fonctions prioritaires et essentielles à restituer sur le site compensatoire.

A dire d'experts, la compensation proposée semble ad hoc au regard des impacts engendrés par le projet MISTRAL de Marcegaglia, qui va principalement impacter des tamariçaises fortement dégradées du fait des importantes activités anthropiques passées et environnantes actuelles qui impactent grandement le site. Le but de la présente compensation est de recréer un milieu humide fonctionnel, soit un habitat présentant un intérêt largement plus élevé que celui impacté.

Entre une tamariçaise qui s'est développée sur une zone remblayée et polluée (rappelons ici que cet habitat peut se développer sur des zones rudérales, des bords de route, des zones anthropisées) et une sansouïre, l'intérêt de la compensation proposée nous apparaît manifeste.

Outre la fonctionnalité liée aux fonctions biologiques des espèces, la restauration des zones humides permettra de retrouver des fonctionnalités hydrologiques et biogéochimiques, en reconnectant le sol et la nappe notamment via l'enlèvement de remblais présents sur le site de compensation, ainsi qu'en connectant la roubine, source d'eau douce venue du Rhône, au site. Ces mesures, et principalement la reconnexion du site au système hydrographique, sont primordiales pour retrouver une dynamique de zone humide et réinstaurer des périodes d'engorgements nécessaires au bon développement de ces milieux de manière pérenne.

ECO-MED estime que ce programme compensatoire sur la restauration de zones humides devrait permettre d'obtenir un résultat équilibré face aux pertes identifiées, et durable tout respectant les objectifs liés à la conservation et la restauration de la biodiversité.

4.6. Effet des mesures compensatoires relatives aux zones humides sur la biodiversité

Les actions compensatoires proposées dans les différentes mesures compensatoires proposées ci-avant seront bénéfiques à l'ensemble des groupes taxonomiques.

En effet, les surfaces colonisées par le *Baccharis* ne présentent actuellement qu'un intérêt limité pour la faune et la flore (cortège ultra-spécialisé). Bien que ces surfaces soient réduites, les actions d'éradication des EVEC seront bénéfiques pour l'ensemble des espèces de la faune et de la flore présentes localement. Les espèces ciblées (Couleuvre de Montpellier, *Ædicnemus* criard, *Pélodyte* ponctué notamment) pourront possiblement retrouver des habitats de reproduction ou d'alimentation favorables sur cette parcelle, une fois l'éradication réussie ou en passe de l'être.

La création de haies de *Tamaris*, en plusieurs endroits de la parcelle, permettra par exemple de créer des lisières favorables à la couleuvre de Montpellier.

La plus-value des actions compensatoires à vocation « zones humides » sera donc forte sur les espèces ciblées par le programme de compensation, en passant d'un habitat pâturé par des bovins à un habitat de sansouïres en mosaïque avec des montilles sablonneuses.

Une fois les opérations de génie écologique présentées dans les différentes mesures, il n'y aura pas de gestion particulière pour pérenniser ces espèces. En effet, les marais salés sont des habitats stables qui évoluent très



lentement, et en dehors de la temporalité post-travaux de génie écologique pour restaurer les faciès, les évolutions naturelles de cet habitat sont faibles. Aucune mesure spécifique de gestion prioritaire ne sera donc à mettre en œuvre pour ces espèces cibles au sein de cette zone compensatoire. En revanche, les suivis des indicateurs de réussite et d'efficacité des mesures établies au démarrage du plan de gestion seront un point indispensable et procurera un retour d'expérience assez inédit pour ce secteur.

L'additionnalité de ces mesures est également forte, car aucune autre action de gestion ou restauration de milieux naturels n'est en cours localement. Aucune action liée à Natura 2000 n'est réalisée au sein de cette parcelle, et le GPM, propriétaire des parcelles, a ciblé ce secteur pour l'accueil de programmes compensatoires et n'y réalise donc aucune gestion particulière à ce jour.

4.7. Compatibilité avec le SDAGE

1. Le principe de compatibilité

La compatibilité au SDAGE sera constatée à la lumière des jurisprudences récentes.

L'arrêt de principe du 21 novembre 2018 du Conseil d'État stipule que le rapport de compatibilité entre les SDAGE et les « décisions administratives dans le domaine de l'eau » au sens de l'article L. 212-1 précité doivent s'interpréter de manière stricte ».

Le Conseil d'État écarte ainsi, tout contrôle de conformité :

« (...) les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux doivent se borner à fixer des orientations et des objectifs, ces derniers pouvant être, en partie, exprimés sous forme quantitative. Les autorisations délivrées au titre de la législation de l'eau sont soumises à une simple obligation de compatibilité avec ces orientations et objectifs. Pour apprécier cette compatibilité, il appartient au juge administratif de rechercher, dans le cadre d'une analyse globale le conduisant à se placer à l'échelle de l'ensemble du territoire couvert, si l'autorisation ne contredit pas les objectifs qu'impose le schéma, compte tenu des orientations adoptées et de leur degré de précision, sans rechercher l'adéquation de l'autorisation au regard chaque disposition ou objectif particulier. »

Sur le rapport de compatibilité au SDAGE, le Conseil d'État précise que le juge administratif doit apprécier la compatibilité d'une autorisation « loi sur l'eau » dans le cadre d'une **« analyse globale »** :

- « à l'échelle du territoire pertinent pour apprécier les effets du projet sur la gestion des eaux » : le Conseil d'État utilisait auparavant une référence à **« l'ensemble du territoire couvert »** [par le SDAGE].
- et vérifier la compatibilité de l'autorisation en cause en considération d'un rapport relativement souple de **« non contrariété »** avec les objectifs et les orientations du SDAGE,
- dans ce cadre, le **« degré de précision »**, de ces objectifs et orientations est pris en compte pour en interpréter le sens et la portée.

Il indique qu'il ne s'agit pas de rechercher « l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier ».

Conformément aux prescriptions du Conseil d'État, le projet Mistral et ses principes de compensations environnementales respectent les orientations du SDAGE.

La destruction de zones humides sur le site d'implantation n'ayant pas pu être totalement évitée par le projet, il est donc nécessaire par principe, en application de la loi sur l'eau et de la jurisprudence et en référence aux orientations du SDAGE, de compenser cette destruction.

Ci-dessous, copie de la page 20 du SDAGE Rhône Méditerranée :



Cette notion de compatibilité est moins contraignante que celle de conformité puisqu'il s'agit d'un rapport de non contradiction avec les orientations fondamentales et les objectifs du schéma. La jurisprudence récente (décision du Conseil d'État n° 408175 du 21 novembre 2018) a précisé cette notion de compatibilité concernant les autorisations délivrées au titre de la loi sur l'eau. La compatibilité s'apprécie dans le cadre d'une analyse globale, à l'échelle de l'ensemble du territoire couvert. L'autorisation ne doit pas contrarier les objectifs qu'impose le schéma, compte tenu des orientations adoptées et de leur degré de précision, sans rechercher l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier.

2. Les orientations du SDAGE

Les orientations du SDAGE Rhône-Méditerranée sont détaillées dans l'étude d'impacts. Ces orientations générales ne sont donc pas reprises ici.

A propos spécifiquement des zones humides, les orientations du SDAGE sont claires à travers la disposition 6B-03 présentée ci-dessous :



préfectoral de protection de biotopes, règlement des réserves naturelles), les documents d'objectifs des sites Natura 2000, document de gestion des espaces naturels sensibles... et les dispositions du SRADET.

La disposition 3-07 « privilégier des financements efficaces, susceptibles d'engendrer des bénéfices et d'éviter certaines dépenses » définit les conditions d'un financement efficace et pérenne pour la préservation des zones humides.

Disposition 6B-03

Préserver les zones humides en les prenant en compte dans les projets

Conformément au code de l'environnement et à la politique du bassin en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement et les projets d'installations classées pour la protection de l'environnement soumis à autorisation au titre de l'article L.511-1 du même code sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

Les zones humides et les fonctions qu'elles assurent peuvent être affectées à des degrés divers par les projets d'aménagement ou les travaux, en particulier ceux visant :

- de manière totale ou partielle, leur assèchement, leur mise en eau prolongée (voire leur submersion permanente par la création de plans d'eau), leur imperméabilisation, leur remblaiement ;
- des prélèvements d'eau, des rejets d'eau pluviale ou d'eaux usées.

Certains ouvrages ou aménagements peuvent également impliquer une altération voire une rupture de la continuité entre les zones humides et leur espace de bon fonctionnement, ou entre les zones humides et les cours d'eau.

Pour prévenir les altérations susceptibles d'affecter les zones humides et leurs fonctions, et pour contribuer à stopper leur disparition, les porteurs de projet doivent conduire la séquence « éviter-réduire-compenser » (ou séquence ERC, cf. orientation fondamentale n°2 du SDAGE), l'étude des solutions permettant d'éviter les impacts restant la priorité.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions³ qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion

des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socio-économiques.

L'ambition des mesures visant la réduction des impacts, établie de manière proportionnée aux enjeux en présence, est un élément clé qui doit guider la décision administrative dans le cadre des procédures réglementaires. En particulier, les impacts non réduits, appelés impacts résiduels, ne doivent pas :

- remettre en cause le bon fonctionnement de la zone humide impactée et les fonctions associées qui la caractérisent (expansion des crues, préservation de la qualité des eaux, production de biodiversité...) ainsi que les services que ces fonctions rendent aux plans écologique et socio-économique ;
- dégrader l'état ou remettre en cause l'atteinte du bon état des masses d'eau qui dépendent directement ou indirectement du bon fonctionnement de la zone humide impactée.

En dernier recours, l'existence d'impacts résiduels doit conduire le maître d'ouvrage à proposer et mettre en œuvre des mesures compensatoires.

Dans ce cadre, lorsque la réalisation d'un projet conduit à la disparition d'une surface de zones humides ou à l'altération de leurs fonctions, les mesures compensatoires prévoient la restauration de zones humides existantes dégradées voire fortement dégradées. Cette compensation doit viser une valeur guide de 200 % de la surface perdue selon les règles suivantes :

- une compensation minimale à hauteur de 100 % de la surface détruite, par la restauration de zone humide fortement dégradée, en visant des fonctions équivalentes à celles impactées par le projet, et en cohérence avec l'exigence réglementaire d'équivalence écologique. En cohérence également avec la réglementation et la disposition 2-01 du SDAGE, cette compensation doit être recherchée en priorité sur le site impacté ou à proximité géographique de celui-ci. Lorsque cela n'est pas possible, pour des raisons techniques ou de coûts disproportionnés, cette compensation doit être réalisée préférentiellement dans le même sous bassin (cf. carte 2-A) ou, à défaut, dans un sous bassin adjacent et dans la limite de la même hydro-écorégion de niveau 1 (cf. carte 6B-A) ;
- une compensation complémentaire par l'amélioration des fonctions de zones humides partiellement dégradées, situées prioritairement dans le même sous bassin ou dans un sous bassin adjacent et dans la limite de la même hydro-écorégion de niveau 1 (cf. carte 6B-A).

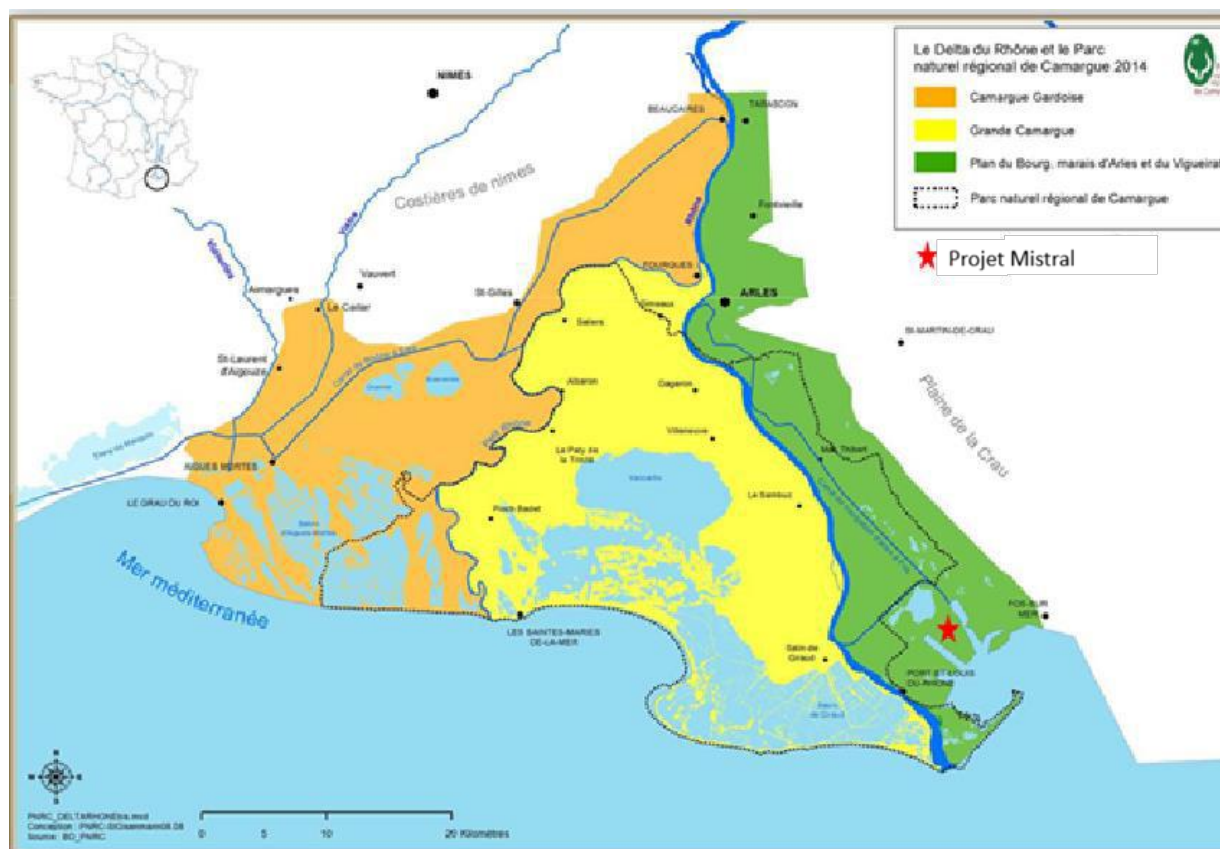
³ Les maîtres d'ouvrages peuvent se référer au guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, disponible sous le lien suivant : <http://zones-humides.org/guide-de-la-m%C3%A9thode-nationale-d%C3%A9valuation-des-fonctions-des-zones-humides>.

3. Analyse globale

a) LE DELTA DU RHONE

Le môle central de Caban Sud, en grande partie artificiel suite au creusement des deux darses, couvre une surface d'environ 800 ha et fait partie d'un périmètre bien plus large que constitue le delta du Rhône et ses 150 000 ha (incluant le delta en lui-même et les zones humides périphériques). Au cœur de cet espace artificialisé, créé en 1960 et dédié au développement de l'industrie et de l'activité du GPMM, les 135 ha d'emprise du projet Marcegaglia représentent 0,0009% du périmètre du delta, échelle pertinente de gestion du SDAGE. Le terrain de Marcegaglia se situe en dehors des périmètres d'enjeux forts tels que le parc de Camargue par exemple.

Ainsi, l'artificialisation de 58,6 ha sur 135ha d'emprise foncière du site de Marcegaglia à l'échelle du territoire respecte les orientations du SDAGE en ce qu'il est un espace identifié et dédié à l'industrie au sein de la ZIP de Fos et que cet aménagement prévu de longue date ne contrarie pas les grands enjeux du SDAGE.



Source : Parc Naturel Régional de Camargue

b) VOCATION INITIALE DU SITE : un foncier artificiel de 1960 pour préparer les implantations d'aujourd'hui

Ce terrain est un terrain artificiel créé par le Port de Marseille dans les années 60 afin de générer du foncier disponible pour l'implantation future d'industries dans la zone portuaire. Cette plateforme de 400 ha entre 2 darses creusées artificiellement a été créée pour accueillir des entreprises et des industries dans une enceinte portuaire de bassin Ouest de 10 000ha, dont 5 000ha sont réservés à la biodiversité. En effet, le GPMM, en tant qu'aménageur de la Zone Industriale Portuaire de Fos et gestionnaire d'espaces naturels préservés au sein de ce périmètre, s'est attaché en parallèle de la démarche de planification de l'aménagement de la ZIP de Fos à horizons 2040 à définir une stratégie de préservation de la biodiversité et des grandes fonctionnalités écologiques relevées sur la ZIP à l'appui de son Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN), en cours de validation (voir ci-dessous).



L'intention à travers la création de ce foncier artificiel ne concernait en aucun cas la biodiversité mais bien l'accueil d'entreprises telles que des industriels. A travers l'implantation de Marcegaglia, anciennement Ascométal, le projet initial du GPM se réalise conformément au plan d'Etat de l'époque qui ont motivé la création de cette plateforme. Néanmoins, la nature a fait son chemin y compris sur la parcelle concernée par l'implantation de Mistral.

c) Le SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) du GPM

Le SDPN a été présenté en détail au chapitre 1.4, seuls des éléments de contexte sont repris ici.

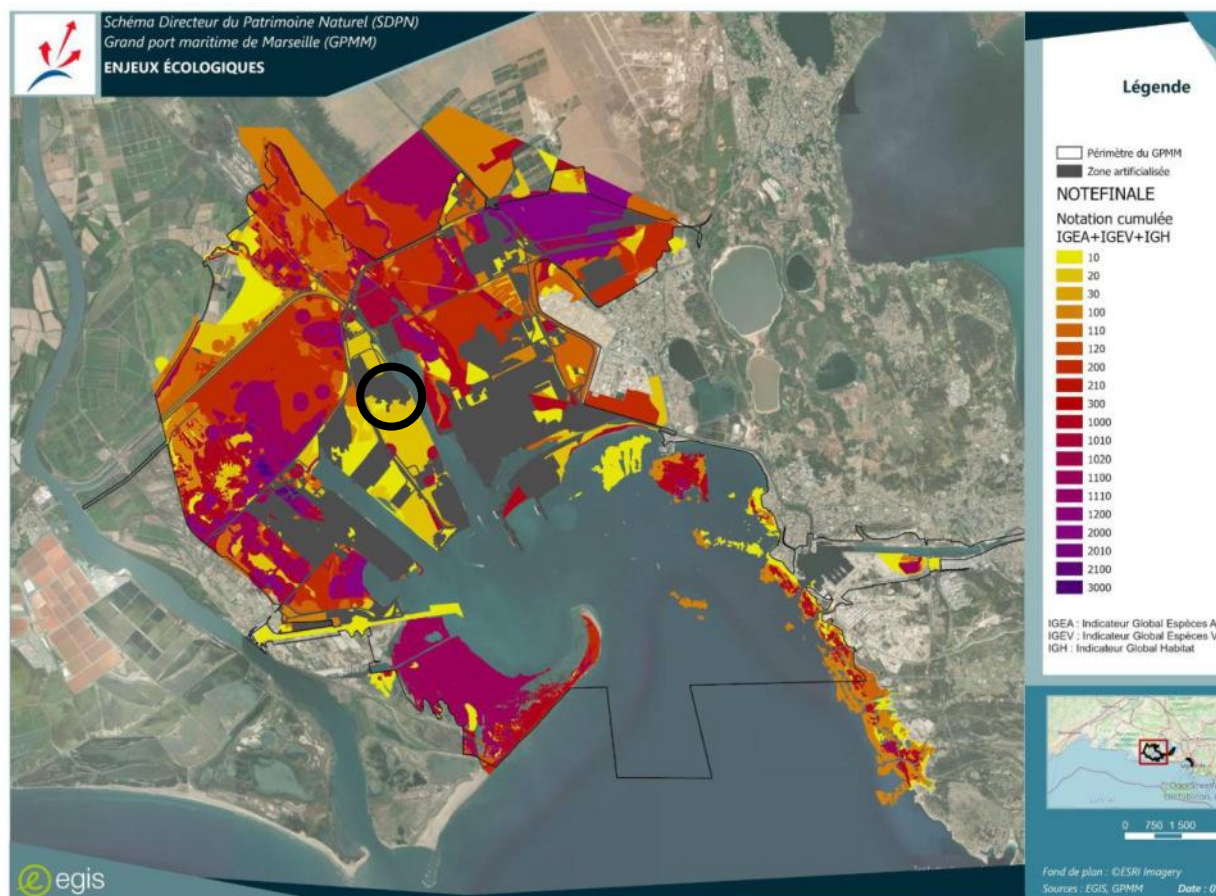
Le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) du Grand Port Maritime de Marseille est un document de planification stratégique visant à définir les objectifs et les principes de gestion du patrimoine naturel au sein du port de Marseille. Il vise à concilier le développement économique du port avec la préservation et la valorisation de son environnement naturel.

Le périmètre d'étude du SDPN s'étend aux limites administratives de la circonscription des bassins ouest du GPM représentant : 10 000 ha de milieux continentaux et 10 000 ha de milieux marins.

L'objectif principal est de limiter les impacts négatifs des activités portuaires et de l'aménagement de son territoire sur les habitats, la faune et la flore locales ainsi que sur les fonctionnalités écologiques par :

- L'évitement des enjeux écologiques le plus forts
- La préservation des continuums et des fonctionnalités des corridors écologiques de la ZIP
- Le maintien des trames vertes et bleues au sein de la zone aménageable pour connecter les zones évitées de projet aux grands ensembles naturels préservés

Pour ce faire, le SDPN a produit une cartographie des enjeux de biodiversité à l'échelle de la ZIP.



Hiérarchisation des enjeux biodiversité sur la ZIP



Le projet Mistral s'inscrit au sein d'une zone identifiée dans le SDPN comme présentant globalement des enjeux écologiques faibles à très faibles, la parcelle concernée par le projet présentant une cotation de 10 à 20 sur une échelle allant de 10 à 3 000.

4. Les zones humides : qualification

Les analyses techniques concluent à l'existence de zones humides d'un point de vue réglementaire sur le terrain, néanmoins ces zones sont très peu fonctionnelles. Sur 135 ha du foncier Marcegaglia, **21 ha** sont identifiés par les textes juridiques comme zones humides et ont vocation à disparaître.

De manière générale, ces 21 ha de zone humide sont en réalité très peu fonctionnels de par la nature artificielle des sols. Cette étude d'impact a identifié les fonctionnalités réelles du site (liées aux sous-fonctions « recharge de nappe » et « support des habitats ») par l'intermédiaire de la grille d'évaluation de l'OFB, afin de se concentrer sur la compensation de ces fonctionnalités.

5. Les compensations fonctionnelles prévues

La compensation visera à rétablir les fonctionnalités actives du site de Marcegaglia :

- support des habitats
- recharge de nappe

Plus globalement, les travaux de compensation chercheront à optimiser l'ensemble des fonctionnalités d'une zone humide grâce à une approche fonctionnelle globale.

Pour ce faire, deux sites de compensation ont été retenus (pour un total de 118 ha) :

- Parcelle compensatoire « Etang de l'oiseau » de 114 ha sur laquelle sera mis en place l'ensemble des mesures de compensation décrites plus haut.
- Parcelle compensatoire « Le Bras Mort – secteur Relais » de 4 ha sur laquelle plusieurs actions écologiques compensatoires liées aux communautés végétales des zones humides seront mises en œuvre.

Ces actions écologiques s'orientent autour de 6 axes principaux :

- Mesure C1 : le traitement du *Baccharis* (*Baccharis halimifolia*), espèce végétale exotique envahissante (EVEE) ;
- Mesure C2 : la suppression des remblais salés limono-vaseux ;
- Mesure C3 : le maintien d'îlots surélevés ;
- Mesure C4 : la plantation d'une haie de Tamaris (parcelle étang de l'oiseau) et d'un bosquet de Peupliers (parcelle Bras mort/Relais) ;
- Mesure C5 : La restauration hydraulique de la roubine nord permettant d'inonder le secteur déblayé et création d'une prise d'eau au contre-canal afin d'assurer l'indépendance de l'accès à l'eau douce ;
- Mesure C6 : le creusement de dépressions au sein du secteur déblayé afin de favoriser la reproduction du cortège local d'amphibiens.

Dans le secteur **étang de l'oiseau**, la mesure C1 (EVEE) concerne directement 2 ha à traiter, la mesure C2 (évacuation remblais), **36 ha**, dans lesquels des mesures compensatoires complémentaires seront appliquées (C3, C4,) ; la mesure C5 s'appliquera sur une surface additionnelle d'environ 0,8 ha au limite nord de parcelle.

Dans le secteur **Bras mort**, la mesure C1 (EVEE) sera également appliquée sur environ **0,6 ha** à traiter.

Sur les 21,74 ha de ZH impactées, nous traitons une surface supérieure à 36 ha au sein de l'étang de l'oiseau, ce qui donne un **ratio de compensation surfacique un peu en-dessous d'un ratio d'1:2**.



6. Vérification des principes : efficacité, proximité, équivalence et additionnalité

Vérification de l'application du principe d'efficacité régissant la compensation écologique et édicté dans le code de l'environnement.

Les mesures sur les parcelles compensatoires permettront de restaurer la **fonctionnalité d'accomplissement du cycle biologique des espèces** en agissant sur les sous-fonctions de supports des habitats et de connexions des habitats au travers des indicateurs suivants :

- La répartition naturelle des habitats (indicateurs « équipartition des habitats »),
- L'emprise d'habitats hygrophiles (indicateur « habitats hygrophiles »),
- L'emprise d'habitats non halophiles (indicateur « habitats non halophiles »),
- L'emprise d'habitat naturel (indicateur « rareté de l'anthropisation de l'habitat »),
- La présence d'EVEE (indicateur « rareté des invasions biologiques végétales »)
- La similarité avec le paysage (indicateurs « similarité avec le paysage »).

Ces mesures permettront également de restaurer les **fonctionnalités hydrologiques** (liées à la sous-fonction « recharge de nappe) améliorant les indicateurs suivants :

- Le couvert végétal sur le site (indicateurs de « végétalisation du site » et « séquestration C »),
- La rareté des rigoles (indicateur « rareté des rigoles »),
- La rareté de fossés (indicateurs « rareté des fossés » et « rareté des fossés profonds »),
- L'érosion (indicateur « rareté du ravinement »).

Les mesures prévues sur le site afin de compenser les deux fonctionnalités actives du site artificialisé permettront indirectement la remise en activité des fonctionnalités biogéochimiques.

A ces égards, le principe d'efficacité est donc bien appliqué ici.

Vérification de l'application des principes de proximité géographique et d'équivalence régissant la compensation écologique et édictés dans le code de l'environnement

La zone humide impactée et les zones humides à restaurer sont proches géographiquement, à 3,4 km de la zone impactée. Elles se localisent dans le même sous-bassin versant hydrographique de Crau-Vigueirat, elles présentent la même similarité avec le paysage et elles s'insèrent dans le même système hydrogéomorphologique côtier du delta du Rhône.

Les principes de proximité et d'équivalence sont donc respectés.

Vérification de l'application des principes d'équivalence et d'additionnalité écologique régissant la compensation écologique et édictés dans le code de l'environnement

Les analyses scientifiques par le biais de la grille OFB n'indiquent pas d'équivalence fonctionnelle sur les 2 enjeux prioritaires à compenser, cependant cela semble être dû à la faisabilité de la mesure de déblaiement du remblai présent sur la parcelle compensatoire, que la méthode juge comme « peu probable ». Cette mesure est cependant mise en place avec succès fréquemment. De plus, la surface n'est pas prise en compte.

9 indicateurs présentent cependant des gains fonctionnels significatifs à travers les trois grandes fonctions hydrologique, biogéochimique et biodiversité tels que mentionnés en partie 4.2.

Les mesures de compensation permettront également de **nombreux gains fonctionnels pour l'ensemble des sous-fonctions hydrologiques et biogéochimiques**. Ces gains sont principalement liés à la reconnexion du site au réseau hydrographique, à la végétation permanente plus importante, au couvert moins herbacés et plus arbustifs et arboré, ainsi qu'à l'engorgement permanent plus fréquente.



Par ailleurs, **l'additionnalité de ces mesures est également très forte**, car aucune autre action de gestion ou restauration de milieux naturels n'est en cours localement. Aucune action liée à Natura 2000 n'est réalisée au sein de cette parcelle, et le GPMM, propriétaire des parcelles, a ciblé ce secteur pour l'accueil de programmes compensatoires et n'y réalise donc aucune gestion particulière. Ces sites compensatoires constituent un terrain très propice à l'additionnalité et le rétablissement d'une biodiversité exemplaire du secteur.

A cet égard, le principe d'équivalence et d'additionnalité écologique est donc bien appliqué ici.

Au regard de la réglementation et de la jurisprudence, le projet Mistral-Marcegaglia, ses impacts et ses mesures de compensation, s'inscrivent parfaitement dans les lignes directrices du SDAGE.

Au titre des zones humides, les mesures de compensation prévues engendreront bien un « gain » écologique au moins équivalent aux « pertes » réalisées pour les sous-fonctions de support des habitats et recharge de nappe (ces sous-fonctions étant les sous-fonctions principales à restaurer). Cette nouvelle approche permet en réalité de développer un site nouveau de biodiversité remarquable dont les résultats escomptés sont bien meilleurs et plus équilibrés que par les méthodes purement surfaciques.

La vocation initiale du site artificiel, l'analyse globale à l'échelle du delta du Rhône, les compensations fonctionnelles prévues dans ce rapport et la vérification des principes d'efficacité, de proximité, d'équivalence et d'additionnalité concernant les zones humides permettent de conclure que le projet Mistral-Marcegaglia est compatible avec le SDAGE.

ECO-MED estime que ce programme compensatoire décliné ci-avant satisfait aux objectifs de durabilité, d'équilibre et de fonctionnalités de la zone humide reconstituée dans la zone compensatoire.



5. MESURES DE COMPENSATION EN FAVEUR DES ESPECES PROTEGEES

Les mesures de compensation présentées résultent d'une concertation entre le bureau d'études ECO-MED, fort de son expérience dans le domaine, et le porteur de projet responsable de les mettre en place. Les mesures indiquées dans le dossier sont les mesures retenues par le porteur de projet parmi celles proposées par ECO-MED en vue de compenser les impacts résiduels non évitables ni réductibles. Leur nature, leur pérennité, autant que leur plus-value écologique sont de la seule responsabilité du porteur de projet.

Pour améliorer la lisibilité et la compréhension des quantifications, nous avons basé les calculs sur les espèces parapluies (c'est-à-dire, les espèces de plus fort enjeu et nécessitant le plus de surface d'habitat) pour chaque groupe taxonomique et pour chaque grand type de milieux (ouvert, semi-fermé, boisé).

Par exemple, la Couleuvre de Montpellier a été choisie car elle intègre le besoin surfacique de tout cortège herpétologique.

5.1. Principes

« Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. (...) Elles doivent permettre de conserver globalement, et si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux. (...) Elles doivent être équivalentes aux impacts du projet et additionnelles aux engagements publics et privés » (Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels, CGDD, 2013).

Selon le guide d'aide à la définition des mesures ERC (MTES, 2018), elles doivent être définies dans le respect des principes suivants :

1. Equivalence écologique
2. Absence de perte nette voire gain de biodiversité
3. Proximité géographique
4. Efficacité avec obligation de résultats
5. Pérennité et effectivité pendant toute la durée des atteintes.

Le schéma suivant illustre les principaux principes de la séquence ERC :

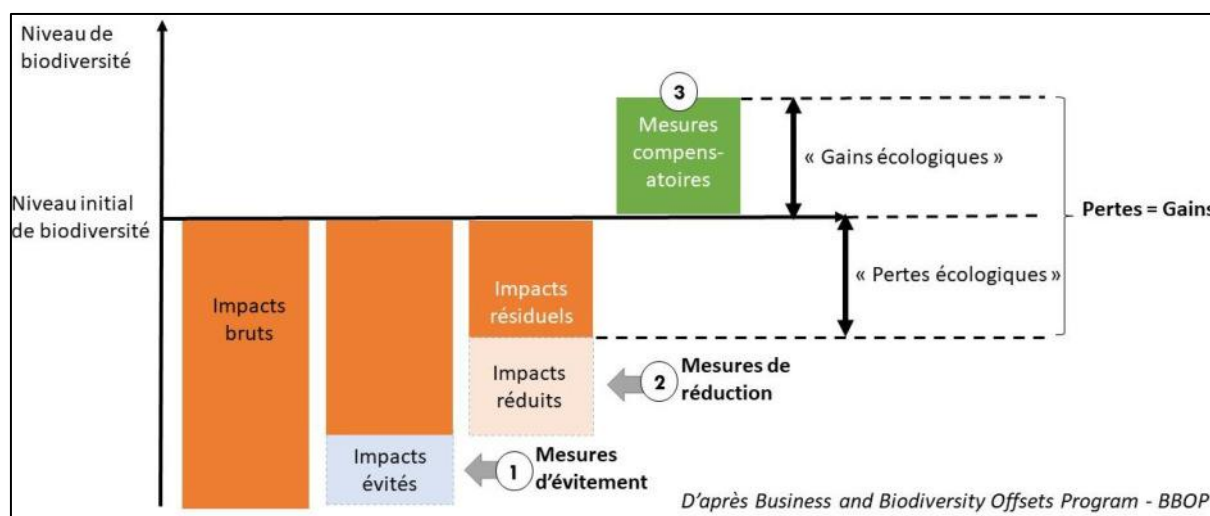


Illustration de la séquence ERC



Les exigences d'équivalence écologique et d'absence de perte nette de biodiversité impliquent que :

- Les mesures compensatoires ciblent les mêmes espèces, les mêmes habitats, et les mêmes fonctions que ce qui est impacté par le projet (équivalence écologique qualitative),
- D'un point de vue quantitatif, les pertes écologiques de biodiversité engendrées par le projet d'aménagement s'équilibrent avec les gains engendrés par les mesures compensatoires. Cet équilibre est apprécié à l'aide d'une **méthode de dimensionnement**.

La définition des mesures compensatoires passe par plusieurs étapes :

1. **Identification de la dette compensatoire** : identification des espèces, des écosystèmes et des fonctions ciblées par la compensation, quantification des pertes écologiques
2. **Définition de la démarche compensatoire** : définition du profil écologique des parcelles recherchées et des actions d'ingénierie écologique de réhabilitation, amélioration ou restauration des écosystèmes à mettre en œuvre dans le cadre des mesures de compensation
3. **Identification des sites de compensation** : identifier les parcelles et définir les modalités juridiques de leur maîtrise foncière (propriété ou contrat)
4. **Définition des mesures** d'ingénierie écologique qui engendreront la plus-value écologique
5. **Définition des mesures de gestion** pour une durée adéquate
6. **Vérification du respect des cinq principes** décrits ci-dessus, à l'aide notamment de la méthode de dimensionnement des mesures compensatoires.

5.2. Présentation de la méthode de dimensionnement de la compensation

La méthode de dimensionnement de la compensation a pour objectif dans ce dossier de vérifier que les mesures compensatoires telles qu'elles sont prévues satisfont à l'exigence d'équivalence écologique quantitative.

La méthode utilisée ici pour dimensionner la compensation est issue d'un croisement entre la méthode classique d'ECO-MED, spécifique aux espèces protégées et la méthode MERCle (Mechin et Pioch, 2016) reposant sur la logique Pertes / Gains. Elle a été révisée afin d'intégrer les exigences du référentiel national décrites dans le guide du CGDD paru en 2021³.

5.2.1. Principe général

Selon l'approche Pertes/Gains, les impacts résiduels engendrent des pertes écologiques. Les gains écologiques correspondent à la plus-value écologique engendrée par les mesures de compensation. Dans le cadre de la réglementation sur les espèces protégées, pertes et gains sont raisonnées espèce par espèce impactée par le projet d'aménagement.

Remarque : Dans le cadre de cette étude, nous avons pris le parti de travailler sur la base des espèces-parapluie, portant derrière elles les cortèges d'espèces animales et végétales des mêmes milieux.

Les pertes sont évaluées au moyen d'une comparaison entre l'état écologique initial de la zone d'emprise du projet et de ses environs et l'état écologique de la zone d'emprise du projet et ses environs lorsque le projet sera en exploitation. Elles sont générées tout autant par des pressions provisoires (par exemple, circulation d'engins de chantier entraînant l'écrasement d'amphibiens et impactant la viabilité de la population) que par des pressions

³ CGDD, AgroParisTech, OFB, Cerema, 2021. Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique. CGDD.



définitives (destruction d'une pelouse remplacée par une voie routière par exemple). Les pertes correspondent aux impacts résiduels définitifs.

Les gains sont évalués à l'aide de la différence d'état du milieu entre l'avant et l'après compensation, selon la même démarche que pour l'évaluation des pertes.

Cette approche correspond à la méthodologie dite par « écart d'état des milieux ».

L'exercice d'évaluation de pertes et de gains étant réalisé dans le cadre du processus de dimensionnement de la compensation, il doit respecter quelques conventions pratiques :

- Pertes et gains doivent être évaluées selon les mêmes principes, et à l'aide des mêmes variables afin de pouvoir être comparées,
- Pertes et gains doivent être chiffrées.

Cela implique d'évaluer pertes et gains à l'aide de variables semi-quantitatives, permettant d'associer une valeur chiffrée à une variable qualitative.

Pertes et gains étant évaluées espèce par espèce, la variable semi-quantitative choisie est l'Importance de la zone étudiée pour l'espèce (IZE), notion présentée dans la partie 1 du rapport et permettant de décrire de la façon la plus complète possible l'intérêt écologique d'une zone pour une espèce. Cette notion d'IZE permet de tenir compte de toutes les particularités écologiques connues des espèces évaluées, que ce soit leur cycle biologique ou leur besoin particulier en termes d'habitats. Ainsi, bien que la formule de calcul des pertes et des gains soit unique pour tous les cas de figure, pertes et gains sont évaluées au cas par cas, en tenant compte des particularités de chaque espèce, de chaque projet.

En *première* approche, les pertes écologiques pour une espèce donnée correspondent à l'écart entre la valeur initiale de l'IZE, avant l'impact du projet, et la valeur finale de l'IZE, après réalisation et mise en exploitation du projet, et donc prise en compte des impacts résiduels définitifs du projet. Afin de tenir compte de l'ampleur du projet, cet écart peut être multiplié par la surface d'emprise du projet, surface sur laquelle s'exerce ces impacts résiduels définitifs.

Les gains doivent être exprimés selon le même principe. Ainsi, en *première* approche, les gains pour une espèce donnée correspondent à l'écart entre la valeur initiale de l'IZE, avant les mesures compensatoires, et la valeur finale de l'IZE, après atteinte des objectifs de compensation, cet écart étant multiplié par la surface de la zone de compensation.

Les formules de calculs des pertes et des gains en première approche sont complétées par l'application de coefficients d'ajustement (CGDD, 2013).

5.2.2. Chiffrage des pertes

Pour évaluer les pertes écologiques pour une espèce donnée, nous raisonnons par grands type d'habitats composant la zone d'emprise du projet et présentant des conditions plus ou moins favorables à la biologie et à la conservation de la population de l'espèce. Elles sont évaluées en tenant compte de :

- la surface impactée par le projet,
- de l'IZE des grands types d'habitats situés dans la zone d'emprise,
- du niveau de destruction d'individus des populations d'espèces impactées,
- de l'enjeu local de conservation (ELC) des espèces dont les populations sont impactées.

La formule d'évaluation des pertes pour une espèce sur le grand type d'habitat « H » est la suivante :

Pertes = Surface _{emprise habitat H} **x Destruction x ELC x (IZE** _{initiale} **- IZE** _{finale} **)**

Le choix a été fait, en complément de la formule identifiée en première approche, d'ajouter deux coefficients d'ajustement des pertes, le coefficient Destruction, et le coefficient d'enjeu local de conservation. Ces coefficients, variant entre 1 et 1.5, ont pour effet d'alourdir les pertes dès lors qu'un projet entraîne la destruction de spécimens (réglementation sur les espèces protégées) et/ou qu'il impacte des espèces à enjeu, même très faible. Les raisons du choix de l'intervalle de variation [1 ; 1.5] des coefficients d'ajustement sont expliqués en fin d'exposé de la méthode.



L'IZE peut varier entre une importance nulle et une importance très forte. Afin de permettre la quantification des pertes, ces classes d'enjeu sont converties en notation chiffrée présentées dans le tableau suivant. La description d'une réalité écologique *théorique* y est associée afin de mieux se représenter ce que recouvre ces niveaux d'IZE.

IZE	Nulle	Très faible	Faible	Modéré	Forte	Très forte
Intervalle de variation	< 0.5	[0.5 ; 1.5]	]1.5 ; 2.5]	]2.5 ; 3.5]	]3.5 ; 4.5]	> 4.5
Réalité écologique <i>théorique</i> associée	Espèce absente de la zone d'étude, milieu totalement défavorable	Espèce pouvant fréquenter la zone d'étude, en transit, sans grand intérêt écologique pour la population	Espèce pouvant fréquenter la zone d'étude, en transit et/ou en alimentation	L'espèce s'alimente sur la zone d'étude, ou y accomplit la totalité de son cycle de vie sans que les conditions soient les plus favorables, ou l'espèce transite sur la zone d'étude pour rallier des zones d'importance écologique pour son cycle de vie	L'espèce peut accomplir la totalité de son cycle de vie dans la zone d'étude dans de bonnes conditions, ou la zone d'étude est une zone d'alimentation ou de reproduction très importante.	Zone à très forte importance écologique pour l'espèce, elle peut y accomplir la totalité de son cycle de vie, la zone est un réservoir localement, la zone présente un fort degré de naturalité

Il est à noter qu'afin de tenir compte de l'infinité de nuances pouvant exister dans le vivant, l'IZE peut prendre une valeur décimale.

Le coefficient Destruction (D) qui traduit le niveau de destruction d'individus de l'espèce considérée, varie entre 1 (aucune destruction d'individu ou très faible nombre d'individus) et 1.5 (niveau de destruction élevé).

Coefficient D : Destruction d'individus en phase chantier et phase exploitation de l'aménagement

D	Valeur	Réalité associée
Négligeable ou nulle	1	Toutes les mesures sont prises pour éviter la destruction d'individus en phase chantier.
Faible à Modérée	1.25	Des mesures de réduction sont prises mais la destruction d'individus n'est pas exclue. La demande de dérogation porte notamment sur la destruction d'individus.
Forte	1.5	Le projet engendrera de la destruction d'individus.

Le coefficient d'ELC varie de même entre 1 (enjeu nul) et 1.5 (enjeu très fort). L'introduction de ce coefficient a pour effet d'alourdir les pertes dès lors que des espèces à enjeu, même très faible, subissent des impacts. Les pertes sont d'autant plus alourdies que l'enjeu de conservation de l'espèce est élevé.

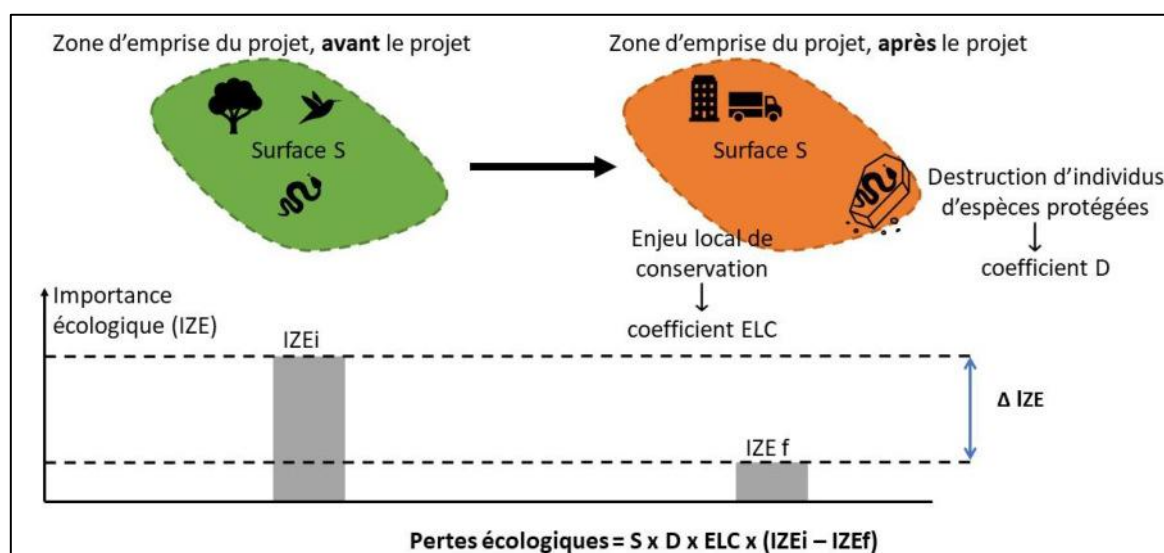
Coefficient ELC : Enjeu local de conservation des espèces dont les populations sont impactées par le projet

ELC	Valeur
Nul	1.0
Très faible	1.1
Faible	1.2
Modéré	1.3
Fort	1.4
Très fort	1.5

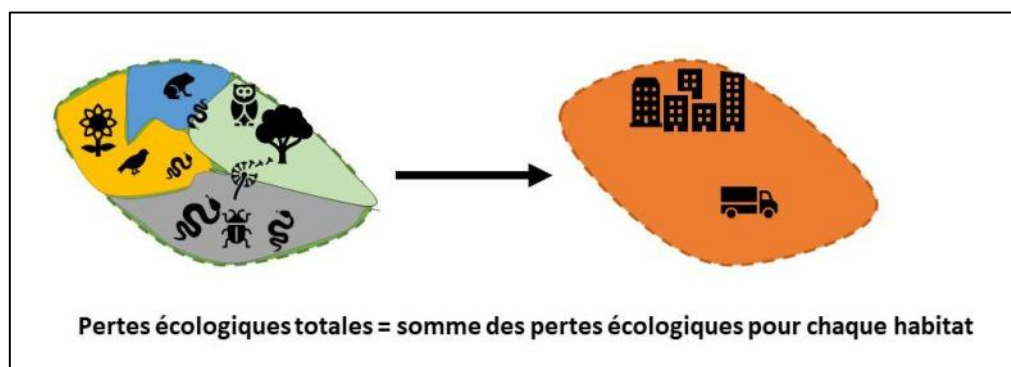
Si la zone d'emprise du projet étudiée est composée de **plusieurs types d'habitats**, les pertes écologiques pour une espèce donnée sont à estimer pour chaque grand type d'habitat susceptible d'accueillir cette espèce. Cela permet de respecter l'équivalence écologique en termes d'espèces, d'habitat et de fonction. Les pertes écologiques totales engendrées par le projet sur l'espèce en question correspondent à la somme des pertes pour chaque grand type d'habitat.

De même, si le projet génère **plusieurs niveaux de pressions** sur les habitats, les espèces et les fonctions (par exemple : imperméabilisation d'une partie de la zone d'emprise, et débroussaillage de l'autre partie), l'IZE finale pour un même type d'habitat sera différent selon les niveaux de pressions. Les pertes sont donc évaluées pour une espèce donnée, pour chaque grand type d'habitat susceptible d'accueillir cette espèce et chaque type de pression engendrée par le projet. Les pertes écologiques totales engendrées par le projet sur l'espèce en question correspondent à la somme des pertes pour chaque grand type d'habitat et de pression.

Les figures suivantes illustrent le raisonnement suivi pour chiffrer les pertes.



Représentation de la quantification des pertes écologiques engendrées par un projet d'aménagement



Représentation de la quantification des pertes écologiques pour une espèce donnée sur une zone composée de plusieurs types d'habitats

5.2.3. Chiffrage des gains engendrés par les mesures compensatoires

L'estimation des pertes aboutit à un chiffrage en « unités écologiques » ou « unités compensatoires ». Ces unités n'ont pas de signification concrète, il s'agit simplement d'une unité de quantification, nécessaire pour réaliser le dimensionnement. A ce stade du raisonnement, les pertes ne se traduisent pas en surface de zones compensatoires requises. En effet, la surface des zones compensatoires dépend, certes, des pertes écologiques, mais aussi de la plus-value écologique engendrée par les mesures compensatoires.

La plus-value des mesures compensatoires correspond aux gains écologiques que l'on évalue, comme présentée en première approche dans le paragraphe Principe général, par la différence d'IZE pour l'espèce considérée à l'état initial de la parcelle compensatoire et à l'état final attendu après atteinte des objectifs de compensation. Elle ne peut donc être estimée qu'après avoir identifié les parcelles de compensation.



Les gains sont quantifiés sur la base de la variation de l'IZE à l'échelle de la zone compensatoire, sur un grand type d'habitat, pour l'espèce considérée, de la même façon que pour les pertes. Sont également pris en compte dans l'estimation des gains, conformément aux exigences nationales :

- **Le risque d'échec** lié à l'incertitude sur les trajectoires écologiques : il n'est pas certain que le scénario de restauration se déroule comme prévu.
- **Le décalage temporel** entre la survenue des pertes écologiques et l'atteinte des objectifs de compensation : il peut se passer plusieurs années, dizaines d'années avant que le milieu soit restauré et apporte les bénéfices fonctionnels aux espèces ciblées (arbres suffisamment grands pour servir de gîtes par exemple).
- **La proximité fonctionnelle** entre la zone d'impact et la zone de compensation.

La formule d'évaluation des gains pour une espèce sur le grand type d'habitat « H » est la suivante :

$$\text{Gains} = \text{Surface compensation habitat H} \times (\text{IZE finale} - \text{IZE initiale}) / (\text{Risque} \times \text{Temps} \times \text{Proximité fonctionnelle})$$

Le Risque, le Temps et la Proximité fonctionnelle sont des coefficients d'ajustement correspondant aux notions suivantes :

- Risque d'échec des mesures compensatoires (R)
- Temps ou décalage temporel entre les pertes et l'atteinte des objectifs de compensation (T)
- Proximité fonctionnelle entre la zone d'emprise du projet et les parcelles compensatoires (F)

Le choix a été fait, en complément de la formule identifiée en première approche, d'ajouter trois coefficients d'ajustement des pertes, le coefficient Risque, le coefficient Temps et le coefficient Proximité fonctionnelle. Ces coefficients, variant entre 1 et 1.5, ont pour effet d'amoindrir les gains dès lors que la compensation met en jeu des mesures d'ingénierie écologique aux effets plus incertains, que la durée d'atteinte des objectifs de compensation est longue (donc, que le projet d'aménagement impacte des écosystèmes dont la durée de reconstitution est longue) et que les mesures compensatoires sont éloignées de la zone aménagée. Les raisons du choix de l'intervalle de variation [1 ; 1.5] des coefficients d'ajustement sont expliqués en fin d'exposé de la méthode.

Il est à noter que l'ELC n'est pas pris en compte dans le calcul des gains. En effet, l'équation Pertes = Gains aurait pour effet d'annuler l'effet de l'ELC dans le calcul des ratios de compensation.

Les coefficients d'ajustement peuvent prendre trois valeurs : 1 (effet neutre sur le ratio), 1.25, et 1.5.

Coefficient R : Risque d'échec des mesures compensatoires

R	Valeur	Réalité associée
Faible	1	Ex : Ouverture de milieu par pâturage.
Modéré	1.25	Ex : Pose de gîtes à reptiles : la recolonisation est incertaine.
Fort	1.5	La mesure est expérimentale.

Coefficient T : Décalage temporel entre le démarrage du chantier et l'atteinte des objectifs de compensation (dans l'hypothèse où les objectifs sont atteints)

T	Valeur	Réalité associée
Moins de 5 ans	1	Ex : Ouverture de milieux
Entre 5 et 30 ans	1.25	Ex : semis de pelouses
Plus de 30 ans	1.5	Ex : plantation de boisement

Coefficient F : Proximité fonctionnelle

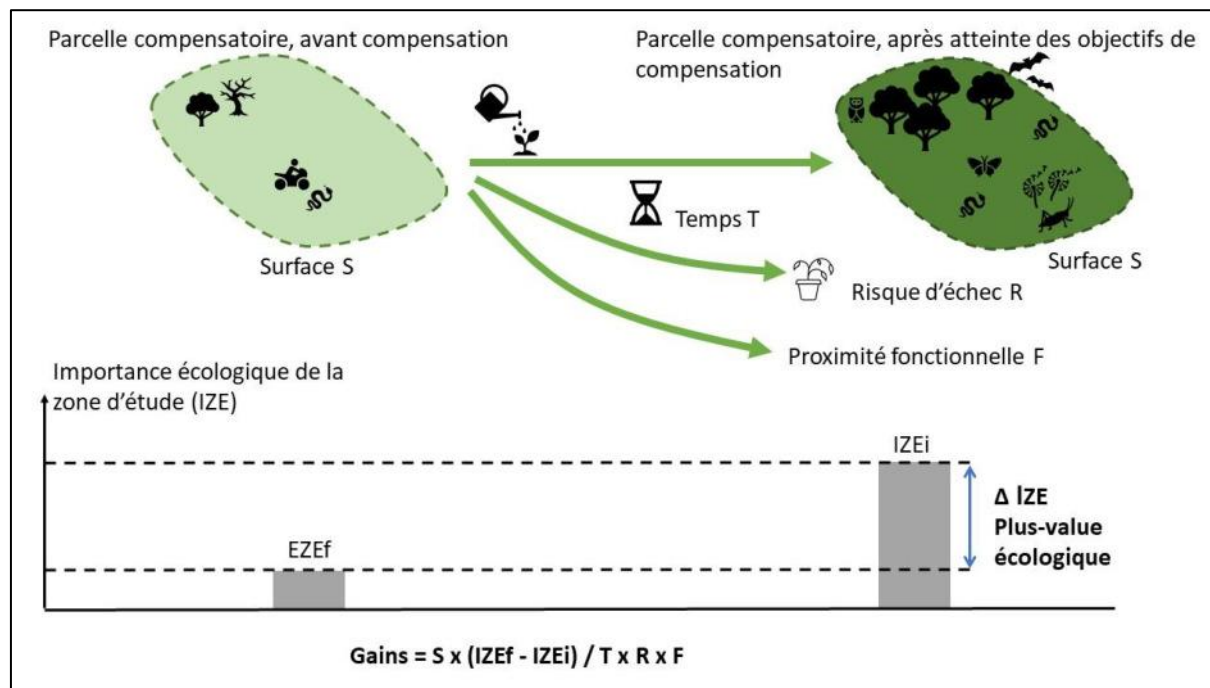
F	Valeur	Réalité associée
Forte	1	Zone de compensation connectée à la zone d'impact pour l'espèce ciblée : déplacement entravé ni par des obstacles ni par la distance
Modérée	1.25	Zone de compensation connectée mais déplacement modérément entravé par des obstacles et par la distance pour l'espèce ciblée



Faible à nulle	1.5	Zone de compensation faiblement ou pas connectée pour l'espèce ciblée
----------------	-----	---

Si la compensation cible plusieurs grands types d'habitat pour une espèce donnée, le gain écologique total pour l'espèce correspond à la somme des gains pour chaque grand type d'habitat. De même, Si les mesures compensatoires sont localisées sur plusieurs parcelles, le gain écologique total est égal à la somme des gains écologiques de chaque parcelle, pour l'espèce considérée.

La figure suivante illustre le raisonnement suivi pour quantifier les gains.



Représentation de la quantification des gains écologiques engendrés par les mesures compensatoires

5.2.4. Vérification de l'objectif d'absence de perte nette et calcul de ratio

L'objectif d'absence de pertes nettes est théoriquement satisfait si pertes = gains, c'est-à-dire si pour une espèce donnée et pour chaque grand type d'habitat :

$$\text{Surface}_{\text{emprise habitat H}} \times \text{Destruction} \times \text{ELC} \times (\text{IZE}_{\text{initiale}} - \text{IZE}_{\text{finale}}) =$$

$$\text{Surface}_{\text{compensation habitat H}} \times (\text{IZE}_{\text{finale}} - \text{IZE}_{\text{initiale}}) / (\text{Risque} \times \text{Temps} \times \text{Proximité fonctionnelle})$$

Si l'on souhaite raisonner en termes de ratio, la formule s'exprime de la façon suivante :

$$\text{Ratio} = \text{Surface}_{\text{compensation}} / \text{Surface}_{\text{emprise}}$$

C'est-à-dire :

$$\text{Ratio} = \text{Risque} \times \text{Temps} \times \text{Proximité fonctionnelle} \times \text{Destruction} \times \text{ELC} \times \frac{(\text{IZE}_{\text{initiale}} - \text{IZE}_{\text{finale}})_{\text{projet}}}{(\text{IZE}_{\text{finale}} - \text{IZE}_{\text{initiale}})_{\text{compensation}}}$$

C'est-à-dire que :

- plus la zone d'étude présente un IZE important, plus les mesures compensatoires sont incertaines, plus l'atteinte des objectifs de compensation est long (par ex : reconstitution d'une ripisylve), plus le projet est éloigné et déconnecté de la zone de compensation, plus les impacts du projet sont forts, plus il y a destruction d'individus d'espèces protégées, plus les enjeux des espèces impactées sont forts, plus la plus-value écologique des mesures compensatoires est faible
- alors plus le ratio compensatoire est important.



La logique de la doctrine ERC est bien respectée.

5.2.5. Cas particuliers des gîtes à chiroptères

En raison de leur caractère très particulier, les gîtes anthropiques ou cavernicoles à chiroptères sont exclus du calcul de dimensionnement. Ces cas sont traités à part, au cas par cas, à l'aide d'une analyse écologique ciblée.

5.2.6. Choix des valeurs des variables

Les variables de calcul des pertes et des gains sont choisies généralement à dire d'expert, comme cela se pratique dans les études d'impact. Le dire d'expert est encadré par des indications associées à chaque valeur possible de variable. C'est la façon la plus rapide de pouvoir proposer une méthode opérationnelle, alors qu'elle doit être applicable à l'infinité de cas (espèce, habitat, fonction, projet) qui peuvent se présenter sur le terrain.

Cependant, ECO-MED travaille en interne à faire évoluer choix des valeurs et décomposition des variables en sous-variables pour fiabiliser davantage l'exercice. En outre, selon les cas d'application de la méthode, les connaissances scientifiques existantes, et les données disponibles, les variables peuvent être associées à des sous-variables à renseigner à l'aide de protocoles scientifiques existants jugés plus robustes que la notation à dire d'expert.

5.3. Calibrage de la méthode de dimensionnement

■ Valeurs extrêmes des ratios

Afin de mieux cerner les effets de la méthode de dimensionnement, il est utile de calculer quels peuvent être les ratios théoriques extrêmes auxquels elle peut aboutir.

Ratio maximal

Le ratio maximal est obtenu en choisissant pour chaque variable, les valeurs les plus défavorables. Cela correspond pour le calcul des pertes, aux valeurs d'un projet le plus impactant possible, et pour le calcul des gains, aux valeurs de mesures compensatoires à la plus faible plus-value écologique possible. Il s'agit bien de valeurs théoriques, ne pouvant se produire dans la réalité. En effet, dans un cas réel, un projet sous cette forme ne pourrait pas être autorisé, et n'arriverait probablement pas au stade du dimensionnement de la compensation.

$$\text{Ratio} = \text{Risque} \times \text{Temps} \times \text{Proximité fonctionnelle} \times \text{Destruction} \times \text{ELC} \times \frac{(\text{IZE initiale} - \text{IZE finale})_{\text{projet}}}{\text{IZE finale} - \text{IZE initiale})_{\text{compensation}}}$$

Risque	1.5	Les mesures de génie écologique sont expérimentales, il y a un fort degré d'incertitude sur l'atteinte des résultats attendus.
Temps	1.5	Le temps nécessaire pour atteindre les objectifs de compensation est supérieur à 30 ans.
Proximité fonctionnelle	1.5	Les parcelles compensatoires sont éloignées du site impacté.
Destruction	1.5	Le projet entraîne la destruction de spécimens, sans aucun effort d'évitement ni de réduction.
Enjeu local de conservation	1.5	Le projet impacte une espèce à très fort enjeu local de conservation
(IZE initiale – IZE finale) projet	5.0	Le projet imperméabilise une zone très importante pour le cycle de vie de l'espèce considérée, à fort degré de naturalité, et rare à l'échelle locale.
(IZE finale – IZE initiale) compensation	1	La plus-value écologique est faible. Les impacts sont difficiles à compenser.

$$\text{Ratio maximal théorique} = 1.5 \times 1.5 \times 1.5 \times 1.5 \times 1.5 \times 5 / 1$$

$$\text{Ratio maximal théorique} = 38$$



Ce ratio maximal théorique calculé correspond à un projet d'aménagement qui impacterait très fortement une espèce à très fort enjeu local de conservation, et qui s'implanterait dans une zone présentant un intérêt écologique fort pour cette espèce. Dans la pratique, un tel projet a très peu de chance d'aboutir à une autorisation. Ainsi, si la valeur de ce ratio semble irréaliste par rapport aux pratiques, c'est bien parce qu'il correspond à un projet d'aménagement irréaliste. Cependant, il est utile de pouvoir le calculer, sa valeur importante ayant un effet incitatif vis-à-vis des maîtres d'ouvrage.

Ratio minimal

Le ratio minimal est obtenu en choisissant les valeurs les plus favorables pour chacune des variables. Cela correspond à un projet à très faible impact, et aux mesures compensatoires à forte plus-value écologique.

Risque	1.0	Les mesures de génie écologique sont très bien connues.
Temps	1.0	Le temps nécessaire pour atteindre les objectifs de compensation est inférieur à 5 ans.
Proximité fonctionnelle	1.0	Les parcelles compensatoires sont proches et connectées au site impacté, sans que cela n'ait d'effet défavorable sur les parcelles compensatoires.
Destruction	1.0	Le projet n'entraîne aucune destruction notable de spécimens.
Enjeu local de conservation	1.0	Le projet n'impacte que des espèces à enjeu de conservation négligeable ou nul
(IZE initiale – IZE finale) projet	1	Le projet a un impact faible sur l'espèce considérée. Par exemple : aménagement dans une zone à très faible valeur écologique, comme une zone très rudéralisée.
(IZE finale – IZE initiale) compensation	5	La plus-value écologique est maximale. La parcelle compensatoire est initialement imperméabilisée. Les mesures de compensation aboutissent à une zone à très fort intérêt écologique pour l'espèce considérée.

Ratio minimal théorique = $1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1 / 5$

Ratio minimal théorique = 0.25

Ce ratio minimal théorique correspond, tout comme pour le cas précédent, à un cas *irréaliste*, particulièrement du point de vue de la compensation. Il semble en effet illusoire de désimperméabiliser une zone pour y restaurer un écosystème naturel, en moins de 5 ans, et sans aucune incertitude sur la trajectoire écologique.

Ratio de 1

En complément des calculs des valeurs extrêmes, il est intéressant de constater à quel cas pourrait correspondre un ratio de 1.

Risque	1.0	Les mesures de génie écologique sont très bien connues.
Temps	1.0	Le temps nécessaire pour atteindre les objectifs de compensation est inférieur à 5 ans.
Proximité fonctionnelle	1.0	Les parcelles compensatoires sont proches et connectées au site impacté, sans que cela n'ait d'effet défavorable sur les parcelles compensatoires.
Destruction	1.0	Le projet n'entraîne aucune destruction notable de spécimens.
Enjeu local de conservation	1.0	Le projet n'impacte que des espèces à enjeu de conservation négligeable ou nul
(IZE initiale – IZE finale) projet	1	Le projet a un impact faible sur l'espèce considérée. Par exemple : aménagement dans une zone à très faible valeur écologique, comme une zone très rudéralisée.
(IZE finale – IZE initiale) compensation	1	La plus-value écologique est faible.

Un ratio de 1 serait obtenu pour un projet s'implantant dans une zone de très faible valeur écologique et n'impactant que des espèces à enjeu local de conservation négligeable ou nul, sans destruction d'individu, et pour



lequel des mesures compensatoires seraient implantées dans une zone très proche et connectée, dont les effets seraient rapides et bien connus.

Remarque : Notre méthode de dimensionnement de la compensation se base sur un niveau d'importance de la zone d'étude (IZE), qui permet de donner un niveau moyen d'état de conservation des parcelles- pour les espèces concernées par les pertes écologiques de Mistral - au moment où les 1ères mesures de génie écologique seront appliquées. C'est à ce stade que nous identifions les menaces avérées ou potentielles sur les cortèges d'espèces et les fonctions biologiques à recréer ou à préserver durablement.

Ceci justifie que le paramétrage du dimensionnement de la compensation (cf les paramètres explicités à la section 5.2 Présentation de la méthode de dimensionnement de la compensation) prenne en compte l'ensemble des surfaces compensatoires mises à disposition, c'est-à-dire 118ha.



5.4. Evaluation de la dette compensatoire du projet

La dette compensatoire correspond aux pertes écologiques engendrées par le projet et qui doivent faire l'objet de mesures de compensation. Elle est exprimée qualitativement en termes d'habitats, d'espèces et de fonctions impactées et quantitativement selon la méthode exposée plus haut.

5.5. Identification des espèces, des écosystèmes et des fonctions ciblées par la compensation

L'analyse des impacts résiduels du projet d'aménagement a permis d'identifier plusieurs cortèges d'espèces associés à 3 grands types d'habitats :

- les espèces de milieux ouverts
- les espèces de milieux arbustifs
- les espèces de milieux arborés.

Remarque : l'habitat de l'Ædicnème criard, milieux ouverts anthropisés, a été intégré dans les milieux ouverts

Tableau 67. Pertes écologiques engendrées par le projet en termes d'habitats, d'espèces et de fonctions

Habitats	Perte d'habitat	Espèces	Fonctions
Habitats ouverts	Perte définitive d'habitats de nidification, d'alimentation et d'habitat de phase terrestre Base calculée : 35,55 ha	Reptiles	Cycle de vie complet
		Amphibiens	
		Mammifère terrestre (Hérisson d'Europe)	Cycle de vie complet
		Oiseaux nicheurs (Oedicnème criard)	Nidification
Milieux arbustifs (Tamaris)	Perte définitive d'habitats de nidification, d'alimentation et d'habitat de phase terrestre Base calculée : 12,5 ha	Invertébrés (Sphinx de l'Argousier)	Cycle de vie complet
		Oiseaux nicheurs (Coucou geai)	Nidification
Milieux boisés (Peupliers)	Perte définitive d'habitats de nidification, d'alimentation et d'habitat de phase terrestre Base calculée : 7,9 ha	Reptiles	Cycle de vie complet
		Amphibiens	Phase terrestre
		Oiseaux nicheurs (Huppe fasciée, petit-Duc scops)	Nidification et/ou alimentation
		Chiroptères	Gîte arboricole (Noctule de Leisler) Murin à oreilles échancrées

Ce tableau permet de définir quels types d'habitats doivent être ciblés par la compensation afin d'engendrer une plus-value écologique au profit des espèces qui y sont associées.

L'objectif des mesures compensatoires est donc d'améliorer l'état écologique de milieux ouverts, de milieux arbustifs (alimentation chiroptères, nidification oiseaux, hérisson) et de boisements favorables à la reproduction d'oiseaux et de chiroptères arboricoles.



5.6. Quantification des pertes écologiques

Préambule concernant les espèces faisant l'objet du dimensionnement et des mesures

Le calcul qui suit n'intègre pas les espèces ubiquistes à faible/très faible enjeu (cortège des oiseaux communs, Lézard des murailles par exemple) qui profiteront, du fait de leur écologie à large spectre, du dispositif compensatoire prévu pour les autres espèces.

Pour chaque groupe, le dimensionnement a été calculé pour chaque habitat et pour l'espèce de plus fort impact de chaque habitat en raison du caractère « espèce parapluie » de ces espèces, c'est-à-dire que restaurer leurs habitats permettra de restaurer l'habitat de nombreuses autres espèces.

Concernant les espèces en gîte anthropique ou arboricole, la définition de l'attendu compensatoire a été effectuée « gîte à gîte » (un gîte détruit / un gîte restauré), leur spatialisation ponctuelle ne permettant pas un dimensionnement surfacique (cas de chauves-souris ou d'oiseaux cavicoles). A noter que 21 arbres-gîtes potentiels ont été quantifiés sur la zone d'emprise.

Enfin, le présent calcul est ciblé sur les habitats vitaux, de reproduction et/ou de repos des espèces avérées. Les zones d'alimentation et de transit, également nécessaires pour le cycle biologique des espèces, font l'objet de mesures compensatoires ci-après mais ne sont pas concernées par le dimensionnement, ce qui conduirait à des ratios surestimés pour les espèces à forte mobilité par exemple (cas des chiroptères notamment).

■ Pour les milieux ouverts

- Estimation de l'emprise définitivement impactée :

Prairie à joncs	0,10 ha
Pelouse psammophile à joncs	1,02 ha
Friche psammophile	0,71ha
Dune mobile	0,79 ha
Friche rudérale	4,33 ha
Friche rudérale à Romarin	0,19 ha
Surface rudérale à végétation clairsemée	1,18 ha
Végétation rudérale	0,97 ha
Zone récemment débroussaillée	2,53 ha
Dépôt de déchets issus du bâtiment	0,07 ha
Parking	1,00 ha
Réseau ferroviaire	0,55 ha
Route et piste	4,56 ha
Surface industrialisée en exploitation	17,55 ha
Zone graveleuse	< 0,01 ha
Emprise totale du projet sur les milieux ouverts	35,55 ha

L'emprise totale du projet sur les milieux ouverts est de 35,55 ha.

Le réseau routier et pistes sont inclus dans les milieux ouverts. On peut les considérer comme des milieux ouverts dans un état écologique très dégradé, ainsi que le milieu anthropique.

- Estimation de l'IZE



Espèces	IZE initiale	IZE finale	Commentaires
Pélodyte ponctué	3,6	0	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Couleuvre de Montpellier*	3,6	0	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes un peu favorables à l'espèce
Oedicnème criard	3	0	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Hérisson d'Europe	3	1	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce

- Valeur du coefficient d'ajustement D

Espèces	D	Commentaires
Pélodyte ponctué	1,5	Destruction d'individus
Couleuvre de Montpellier*	1,25	Destruction d'individus mais effectifs réduits
Oedicnème criard	1	Absence de destruction d'individus
Hérisson d'Europe	1,25	Destruction d'individus mais effectifs réduits

- Valeur du coefficient d'ajustement ELC

Espèces	ELC	Commentaires
Pélodyte ponctué	1,4	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Couleuvre de Montpellier	1,3	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Oedicnème criard	1,3	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Hérisson d'Europe	1,2	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité

- Calcul des pertes écologiques

Espèces	S	D	ELC	IZE initiale	IZE finale	Pertes écologiques par espèce
Pélodyte ponctué	0,55	1,5	1,4	4	0	-5
Couleuvre de Montpellier	9,3	1,25	1,3	2,6	0	39
Oedicnème criard	13,5	1	1,3	2,6	0,5	37
Hérisson d'Europe	12,7	1,25	1,2	2,6	1	31

Selon les espèces, les pertes écologiques pour les milieux ouverts varient de 5 unités à 39 unités.

■ Pour les milieux arbustifs

- Estimation de l'emprise définitivement impactée

La surface d'emprise définitivement impactés est détaillée dans le tableau suivant :

Fourré ouest-méditerranéens de Tamaris et Roncier	6,3 ha
Fourrés ouest-méditerranéens de Tamaris	5,28 ha
Friche à roncier et fourré à Tamaris	0,36 ha



Phragmitaie et roncier	0,08 ha
Fourré à Olivier de Bohême	0,44 ha
Roncier	0,04 ha
Emprise totale du projet sur les milieux semi-ouverts	12,5 ha

- Estimation de l'IZE

Espèces	IZE initial	IZE finale	Commentaires
Sphinx de l'Argousier	3	0,5	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Pélodyte ponctué	2,6	1	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Couleuvre de Montpellier	2,6	0	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Coucou-geai	4	0,5	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce

- Valeur du coefficient d'ajustement D

Espèces	D	Commentaires
Sphinx de l'Argousier	1,5	Destruction d'individus
Pélodyte ponctué	1,5	Destruction d'individus
Couleuvre de Montpellier	1,25	Destruction d'individus mais effectifs réduits
Coucou-geai	1	Absence de destruction d'individus

- Valeur du coefficient d'ajustement ELC

Espèces	ELC	Commentaires
Sphinx de l'Argousier	1,4	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Pélodyte ponctué	1,4	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Couleuvre de Montpellier	1,3	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Coucou-geai	1,3	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité

- Calcul des pertes écologiques

Espèces	S	D	ELC	IZE initial	IZE final	Pertes écologiques par espèce
Sphinx de l'Argousier	0,7	1,5	1,4	3	0,5	4
Pélodyte ponctué	12,5	1,5	1,4	2,6	0	68
Couleuvre de Montpellier	12,5	1,25	1,3	2,6	0	53
Coucou-geai	12,4	1	1,3	4	0,5	57

Selon les espèces, les pertes écologiques pour les milieux arbustifs varient de 4 unités et 68 unités.

■ Pour les milieux arborés



- Estimation de l'emprise définitivement impactée

La surface d'emprise définitivement impactée est détaillée dans le tableau suivant :

Boisement de Peupliers blancs et noirs et fourré à Tamaris	6,3 ha
Peupleraie à Peupliers blancs et fourré à Tamaris	0,41 ha
Peupleraie à Peupliers blancs, Peupliers noirs, fourré à Tamaris et friche	0,32 ha
Peupleraie à Peupliers blancs	0,53 ha
Reprise de peupleraie à Peupliers blancs	0,33 ha
Haie	0,03 ha
Pins épars suite à une coupe récente	1,37 ha
Emprise totale du projet sur les milieux arborés	9,29 ha

- Estimation de l'IZE

Espèces	IZE initial	IZE finale	Commentaires
Pélodyte ponctué	2,6	0	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Couleuvre de Montpellier	2,6	0	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Rollier d'Europe	4	0,5	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce
Murin à oreilles échancrées	4	1,75	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes un peu favorables à l'espèce
Noctule de Leisler	4	0,75	Perte d'intérêt de la zone post-chantier, emprises permanentes peu favorables à l'espèce

- Valeur du coefficient d'ajustement D

Espèces	D	Commentaires
Pélodyte ponctué	1,5	Absence de destruction d'individus
Couleuvre de Montpellier	1,25	Destruction d'individus mais effectifs réduits
Rollier d'Europe	1	Absence de destruction d'individus
Murin à oreilles échancrées	1,25	Destruction d'individus mais effectifs réduits
Noctule de Leisler	1,25	Destruction d'individus mais effectifs réduits

- Valeur du coefficient d'ajustement ELC

Espèces	ELC	Commentaires
Pélodyte ponctué	1,4	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Couleuvre de Montpellier	1,3	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Rollier d'Europe	1,4	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité



Murin à oreilles échançrées	1,4	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité
Noctule de Leisler	1,3	ELC présenté dans l'état initial de la biodiversité

- Calcul des pertes écologiques

Espèces	S	D	ELC	IZE initial	IZE final	Pertes écologiques par espèce
Pélodyte ponctué	7,9	1,5	1,4	2,6	0	44
Couleuvre de Montpellier	7,9	1,25	1,3	2,6	0,5	27
Rollier d'Europe	7,9	1	1,4	4	0,5	39
Murin à oreilles échançrées	7,9	1,25	1,4	4	1,75	32
Noctule de Leisler	7,9	1,25	1,3	4	0,75	42

Selon les espèces, les pertes écologiques pour les milieux arborés varient entre 27 unités et 44 unités.



5.6.1. Perte écologique globale pour chaque espèce sur l'ensemble des 3 types de milieux détruits :

Espèces	Pertes écologiques milieux ouverts	Pertes écologiques milieux arbustifs	Pertes écologiques milieux arborés	Pertes écologiques globales de l'espèce
Pélodyte ponctué	5	68	44	117
Couleuvre de Montpellier	39	53	27	119
Œdicnème criard	37	0	0	37
Hérisson d'Europe	31	0	0	31
Sphinx de l'Argousier	0	4	0	4
Coucou-geai	0	57	0	57
Rollier d'Europe	0	0	39	39
Murin à oreilles échancrées	0	0	32	32
Noctule de Leisler	0	0	42	42

Globalement, la perte écologique sur l'ensemble des espèces varie de 4 unités (Sphinx de l'Argousier) à 119 (Couleuvre de Montpellier)



5.7. Présentation des mesures de compensation

5.7.1. Mesure de génie écologique C1 : Traitement du Baccharis (*Baccharis halimifolia*) et autres EVEC présentes sur les parcelles

Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)				Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
E	R	C	A	Contrôle et éradication des espèces végétales exotiques envahissantes
Thématique environnementale :		Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Le contrôle et l'éradication des espèces végétales exotiques envahissantes pour favoriser la dynamique naturelle de la biodiversité locale tant au niveau des habitats naturels que des espèces. Il s'agit d'une part d'arracher les pieds d'EVEC, puis d'inonder le secteur traité grâce à l'eau du canal bordant la parcelle au nord. L'étude hydrologique (Etude hydraulique – Projet Mistral – Hydratis) apprend que la salinité est d'environ 5,6g/L. Ainsi, le secteur inondé permettant l'expression d'espèces plus tolérantes au sel que le Baccharis ce qui permettra de meilleures chances d'efficacité de la mesure. Par ailleurs, l'eau qui servira à l'inondation, relativement douce, permettra l'engorgement en eau du sol et empêchera une remontée du biseau salé. L'inondation en eau plutôt peu salée du Baccharis aura également comme rôle d'imiter les inondations que le Rhône pouvait parfois avoir avant son endiguement et quand il pouvait changer de cours. Ces inondations artificielles sont très importantes afin de permettre à des habitats moins halophiles de se maintenir en espace littoral, même dans le contexte de montée du niveau général de la mer. Cette imitation d'inondations doit se faire aux périodes humides en région méditerranéenne, à savoir de l'automne au printemps.				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Baccharis/Séneçon en arbre Olivier de Bohême Tous les groupes taxonomiques faune et flore.				
 Méthode (élaborée en partenariat avec l'entreprise OSMAÏA, spécialisée dans les travaux de lutte des EVEC) : <u>Rappel du contexte de la mesure sur les EVEC et méthode utilisée :</u> Globalement les parcelles sont surtout concernées par le Baccharis, les autres EVEC sont marginales, et leur traitement beaucoup moins difficile. La méthode renseignée est donc ciblée sur le Baccharis qui apparaît être d'une complexité forte à traiter. <i>Baccharis halimifolia</i> est une plante dite « espèce végétale exotique envahissante », ou EVEC. Elle est originaire d'Amérique du nord et centrale, donc c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents. La pollinisation des fleurs femelles est anémogame (grâce au vent). Le Baccharis produit de 10 000 à 1,5 million de graines par pied dispersées par anémochorie (les fruits sont de petites graines ailées nommées akènes, à l'instar des graines de pissenlit et sont emportées par le vent) sur de longues distances (les vents forts de l'automne et de l'hiver étant particulièrement favorables à la propagation vers le sud jusqu'à plusieurs kilomètres du site de production). Les graines germent facilement et rapidement sur sols humides. Un individu peut vivre une cinquantaine d'années. En dehors de la reproduction sexuée, la plante a une forte capacité de reproduction végétative par rejets de souche et rejets racinaires. La coupe d'un pied entraîne la repousse au niveau de la souche par des rejets de souches multiples mais également au niveau de son système racinaire, sous forme de rejets racinaires. C'est pourquoi il vaut mieux arracher l'arbuste que le couper, bien que l'arrachage doive bien inclure le pivot racinaire de la plante afin d'éviter la repousse par rejets. Si les méthodes de lutte sont mal pratiquées, elles peuvent aggraver la situation en multipliant la multiplication végétative s'étendant dans les habitats naturels adjacents. Dans la parcelle étang de l'oiseau, le phénomène de multiplication végétative est nettement observable avec de nombreuses jeunes repousses visibles lors de la visite de mai dernier, bien délimitées avec l'extérieur de la clôture, le				



Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)	Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
long du canal nord où les Baccharis ne sont pas coupés, hauts et denses. Il est probable que l'éleveur du troupeau en place dans la parcelle passe le gyrobroyeur annuellement afin de conserver les milieux ouverts. Mais cette pratique mène à un cycle par rétrocontrôle négatif néfaste à la biodiversité locale qui densifie et étend d'année en année la population de Baccharis et menace la biodiversité du secteur. La parcelle de l'étang de l'oiseau est concernée par une surface de Baccharis d'environ 2 ha, au nord de la parcelle. Toutefois, les abords de la parcelle sont également concernés par la plante, en particulier le long de la clôture au nord, mais aussi le secteur ouest. Il sera indispensable de coupler la mesure à un traitement en lien étroit avec les parcelles adjacentes. C'est le propriétaire des terrains concernés qui devra faire le lien entre usagers et locataires des parcelles. La parcelle bras mort/Relais est couverte à hauteur d'environ 0,5 ha par des fourrés de Baccharis denses, soit 20% de la parcelle. Les Baccharis ne sont pas coupés par un éleveur. En revanche, une activité cynégétique est pratiquée dans la parcelle. Il est probable que les chasseurs gèrent le Baccharis par gyrobroyage annuel. Un travail sera également mené par les usagers de la parcelle. Le Parc Naturel Régional de Camargue a émis des retours d'expérience efficaces concernant la lutte contre le Baccharis (cas de la mesure de gestion de petite forêt, près du Marais du Vigueirat), il s'agit d'arracher les pieds et leur systèmes racinaires puis d'inonder longtemps les zones traitées. La technique qui sera employée dans le cas présent est largement inspirée de ces 2 étapes : - 1/ arrachage des pieds et les réseaux racinaires avec des engins de chantier ou grâce à une traction animale (cheval) puis immersion longue (6 à 8 mois) des zones traitées. - 2/ inondation par de l'eau douce à peu salée en provenance indirecte du contre-canal le long du canal de navigation de Fos au Rhône pour la parcelle étang de l'oiseau. L'eau est prélevée via une pompe, construite le long de canal. Cette pompe fait l'objet de la mesure de compensation C5. L'inondation pourra être faite par le canal <i>Bras mort</i> pour la parcelle bras mort/relais, directement adjacent à la parcelle. Technique : La méthode de lutte employée ici sera adaptée au niveau d'envahissement, à la sensibilité, à l'accessibilité du site et aux moyens disponibles (main d'œuvre, engins...) qui auront cours au moment de la mise en place de la mesure. Au niveau des fourrés à Baccharis : Les travaux de restauration devront au maximum extraire le système racinaire de cette espèce pour éviter au maximum les rejets racinaires. Les pivots racinaires seront arrachés également dans la limite du possible pour éviter les rejets de souche. - Fauche des parties aériennes avant la maturation des graines mais après la floraison afin de pouvoir mieux repérer les pieds (septembre), broyage et évacuation en filière spécialisée ; - Arrachage sur système racinaire à la pelle mécanique des pieds ou par traction à cheval de trait de Baccharis et évacuation en centre de traitement spécialisé. Limiter l'expansion d'un foyer ▪ La coupe et l'arrachage des jeunes plants permet d'éviter le développement d'arbustes matures. L'arrachage manuel est possible pour les plants inférieurs à 50 cm, en prenant soin de ne pas fractionner les racines. ▪ Plusieurs secteurs, en particulier le long du canal étant accessibles aux engins, un débroussaillage mécanique à moins de 10 cm avant la formation de graines (octobre/novembre) permet de réduire la propagation des graines par anémochorie. Afin de réduire le risque de destruction de faune lors du débroussaillage avant travaux, il est préconisé de suivre un itinéraire de tonte qui balaye la zone en zig-zag plutôt qu'en opérant des tours concentriques (auquel cas les animaux ne savent pas dans quelle direction fuir). La taille des branches en fleurs est à réaliser si l'arrachage n'a pas pu être réalisé avant la floraison, pour limiter la pollinisation anémogame et la dispersion des graines par anémochorie. Les grappes seront placées dans des sacs fermés hermétiquement et destinés à l'incinération. Le pâturage par des moutons avec une pression de 0,6 mouton/ha pendant 3 ans permet en complément de limiter les repousses après traitement. ▪ La compétition avec des graminées limite la germination du Baccharis. Afin de limiter son expansion, des graminées indigènes peuvent être semées dans les espaces où le sol a été remanié, en prévention d'une colonisation potentielle	



Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)

Code de la mesure : C1
lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6

▪

Concernant les spécimens les plus âgés, les souches sont percées puis remplies de sel pour les tuer ; mieux vaut attendre, par conséquent, la fin des périodes pluvieuses pour traiter.

Tentative d'éradication possible à mettre en place au long cours pour les secteurs à la topologie basse, comme dans certaines sansouires et prés salés :

▪

Arrachage manuel des jeunes plants (<50 cm) ou à l'aide d'outils tels que bêche, pioche, baccharrache (spécialement conçu pour l'arrachage du Baccharis) et coupe mécanique des plants adultes, à la débroussailleuse ou la tronçonneuse. Puis dessouchage à l'aide d'un tire-fort/barre à mine ou d'une chaîne attelée à un cheval ou un tracteur. La traction animale permet d'avoir un moindre impact sur le sol.

▪

Immersion en eau des secteurs traités. Les parcelles sont bordées d'un canal. Le trajet de l'eau n'a pas fait l'objet d'une étude fine mais concernant la parcelle de l'étang de l'oiseau, l'eau circule depuis le contre-canal où elle est pompée actuellement via le secteur nommé « les grandes oreilles » au nord de la parcelle (cf – étude Hydratis en **Annexe 12**). La mise en eau doit atteindre au moins 10 cm de hauteur d'eau et devra durer entre 6 et 8 mois dès l'arrachage des pieds à partir de l'automne et en hiver. Cette inondation a pour but de noyer les racines et les souches qui seraient restées dans le sol et de neutraliser la banque de graines de Baccharis.

Remarque : Avant de pratiquer à l'inondation des parcelles, les autres mesures compensatoires C2, C3, C4, C5 et C6 doivent être mises en place afin que les sols ne soient pas trop mouillés pour les travaux

Période d'intervention

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Arrachage à réaliser sur sol meuble												
Coupe, dessouchage, taille												
Immersion												

Matériel nécessaire :

Pelle mécanique, bennes de tri, sacs, gants, débroussailleuse, sécateurs, tronçonneuse, bêche/pioche/baccharrache, tire-fort, chaîne, cheval de trait/tracteur, etc.

Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)

Code de la mesure : C1
lien avec les mesures : C2, C3,
C4, C5, C6

MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



-  Mesure C1 : Traitement de Baccharis
-  Parcelle compensatoire



Sources : ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 150 300 450 Mètres

Carte 97 : Localisation de la mesure C1 de traitement du Baccharis – Parcelle étang de l'oiseau



Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)

Code de la mesure : C1
lien avec les mesures : C2, C3,
C4, C5, C6

MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE SALIN RELAIS

Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)



-  Mesure C1 : Traitement de Baccharis
-  Complément de parcelle compensatoire



Sources : ECO-MED 2026
Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026
N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP

0 50 100 150 Mètres

Carte 98 : Localisation de la mesure C1 du traitement du Baccharis – Parcelle Bras mort/Relais



Traitement des déchets



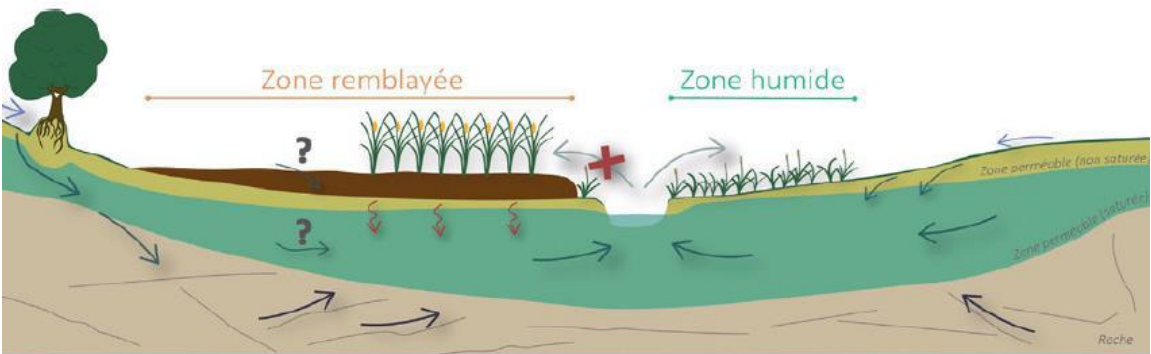
Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)		Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
Gestion des espèces envahissantes arrachées : ces espèces ayant un très fort pouvoir de colonisation par multiplication végétative, il est essentiel de ne pas stocker ces espèces en pleine terre sur site, et encore moins de les broyer <i>in situ</i>. Les végétaux traités devront être stockés en big-bag ou benne ampliroll, eux-mêmes déposés sur bâches plastiques, en limitant le temps de résidence. En cas de vent ou de transport, les déchets doivent être recouverts pour éviter la dissémination des graines ou du pollen anémogame. L'ensemble des rémanents, parties aériennes ou souterraines, issus du traitement seront exportés en filière d'incinération. Les BSD seront exigés de la part des entreprises intervenantes. Tous les engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.		
 Points de vigilance - Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes. - Les terres contaminées ne doivent pas être exportées vers d'autres sites. - Après traitement, le sol ne doit pas être laissé à nu, il est important d'encourager le développement rapide d'un couvert végétal, par ensemencement ou plantation. - Une attention particulière devra être portée sur les secteurs présentant une faune et une flore à enjeu et où l'on retrouve le Baccharis. A savoir - Le surpâturage et le drainage favorisent son installation. - Une seule année d'arrachage des jeunes plants génère une repousse plus dense l'année suivante. C'est pourquoi il est nécessaire de répéter les opérations d'arrachage et de coupe sur plusieurs années. - L'utilisation de produits chimiques est à proscrire, elle a un impact négatif sur la santé et l'environnement. Autre précaution à prendre Le Baccharis présente des fruits plumeux qui peuvent provoquer des allergies respiratoires.		
 Modalités de suivi - Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. - Suivi régulier tous les ans pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures et les éliminer les rejets si besoin, puis tous les 2 ans, puis tous les 3 ans - Le suivi sera intégré à la veille écologique faisant partie du plan de gestion compensatoire.		
 Estimation financière (sur la base d'une estimation financière du partenaire en génie écologique OSMAIA)		
Coupe des parties aériennes et évacuation (le calcul est effectué sur 10 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEC d'ici le démarrage des travaux)	Prix au m ² : 0,12€ Prix estimé maximal pour traiter la totalité des EVEC sur une surface maximisée d'environ 10 ha	10 à 15 000 € HT
Arrachage mécanique pendant 2 ans (le calcul est effectué sur 30 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEC d'ici le démarrage des travaux)	Prix au m ² : 1,11€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEC sur une surface maximisée d'environ 10 ha	100 à 150 000 € HT
Encadrement écologique	Intégré au plan de gestion compensatoire	p.m.

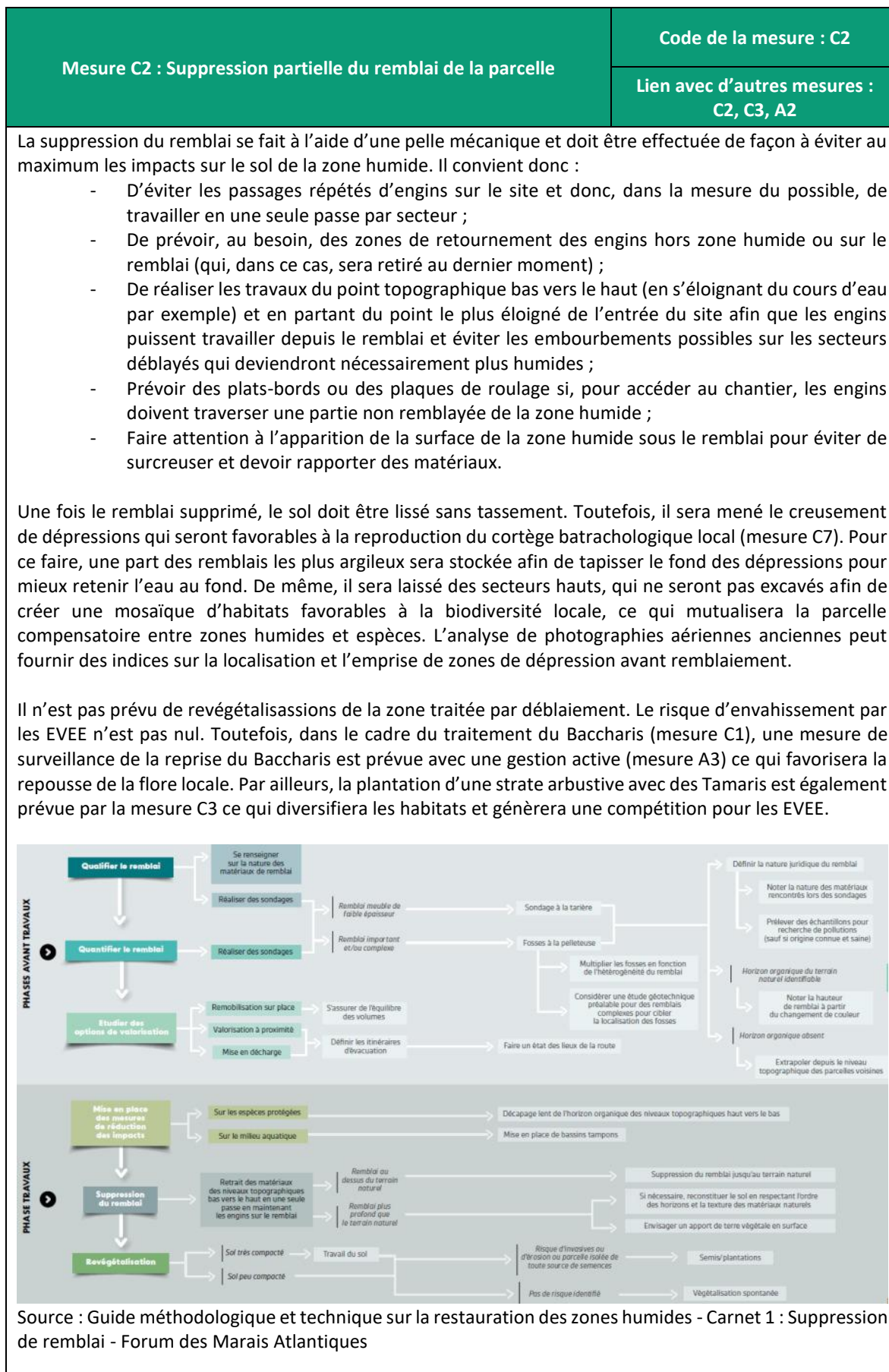


Traitement des EVEC (Baccharis, Olivier de Bohême)		Code de la mesure : C1 lien avec les mesures : C2, C3, C4, C5, C6
Etape complémentaire (sur la base du devis du partenaire OSMAIA)		
Brossage de prés salés du secteur Camargue puis ensemencement des zones traitées	Estimé à 10 000€/hectare brossé et traité 10 ha au maximum	100 000 € HT
Suivi		
Le suivi des EVEC sera intégré à la mesure de suivi S et fera l'objet d'un plan d'actions dans le cadre d'un comité de pilotage et de surveillance du plan de gestion quinquennal (cf. mesure A2)	Intégré au suivi S	p.m.
Entretien dans le cadre du plan de gestion	Intégré au plan de gestion quinquennal A2	p.m.

5.7.2. Mesure de génie écologique C2 : Suppression partielle du remblai salé

Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle				Code de la mesure : C2
				Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2
E	R	C	A	
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : <u>Rappel du contexte :</u> L'étude hydraulique d'Hydratis (étude pour NeoCarb + étude pour Mistral) fait apparaître que la moitié de l'ancien étang de l'oiseau a été remblayé par des matériaux d'origine littorale. De ce fait les sols des parties remblayées sont plus hauts (d'environ 1 mètre) que les zones adjacentes non remblayées, les sols sont de type limono-vaseux et sont salés. Ainsi, les habitats dominants qui s'y expriment sont constitués essentiellement de sansouires, non connectées aux zones de marais plus basses. La granulométrie du sol est fine ce qui a pour conséquence de retenir l'eau en surface mais également de faire plus facilement remonter la nappe salée souterraine par capillarité. La suppression d'une partie du remblai limoneux-vaseux et salé (cf Annexe 12 étude hydraulique) va permettre de : - Reconnecter la surface du sol et les marais adjacents ; - Retrouver le sol originel du site et la banque de graines associée ; - Retrouver l'expression de la biodiversité de zone humide plus naturelle et les processus biogéochimiques associés				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Secteur de sansouire au nord de la parcelle « étang de l'oiseau ». Le reste du remblai ne sera pas concerné par les travaux de génie écologique car il est colonisé par une faune et une flore patrimoniale et protégée. Le secteur centre-sud est une butte sablonneuse sur laquelle tamaris et pelouses				

Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle	Code de la mesure : C2
	Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2
psammophiles se sont développées et présente une biodiversité importante, que la mesure permet de maintenir. Tous les groupes taxonomiques de la faune et de la flore sont bénéficiaires de cette mesure car la finalité est un meilleur fonctionnement de la zone humide ce qui inclut sa productivité primaire et donc la ressource trophique pour l'ensemble de la faune insectivore.	
⚙ Méthode : Le remblai correspond à un volume de matériaux d'origine laguno-marine et fluvio-lacuste déposés entre 1979 et 1981 lors du creusement du canal de navigation du Rhône au port de Fos mais aussi lors de l'aspiration de sédiments depuis la côte au niveau de l'actuelle darse 3. L'ensemble du site de compensation est composé par un remblai limono-argileux sur environ 1 m d'épaisseur. Les remblaiements bien que non imperméabilisés ni ayant modifié le sol de la zone humide entraine plusieurs conséquences sur le fonctionnement d'une zone humide. On peut notamment citer : - La perte de connexion entre la surface du sol et la nappe d'eau, - Le remplacement d'espèces hygrophiles par des espèces mésophiles ou mésohygrophiles, - La perturbation des écoulements et du ruissellement vers la zone humide, - La modification de la porosité et donc de la circulation et du stockage de l'eau, - La compaction du sol de la zone humide.	
 Figure 1 - Exemple de l'effet du remblaiement non imperméabilisé sur les fonctions hydrologiques de la zone humide en bord de cours d'eau (FMA). → Circulation de l'eau X Processus perturbé ou inhibé ? Processus probablement perturbé ou inhibé	
Figure ci-dessous : conséquences d'un remblai non imperméabilisé sur le fonctionnement de la zone humide Source : Guide méthodologique et technique sur la restauration des zones humides - Carnet 1 : Suppression de remblai - Forum des Marais Atlantiques Supprimer le remblai nécessite d'effectuer plusieurs étapes importantes : 1/ Réaliser en amont du chantier une étude de sol (pédologie notamment). Cette étude permettra : i/ de quantifier la hauteur de remblai à décaisser ainsi que les volumes de remblais qui seront à traiter après excavation ; ii/ de poser un diagnostic qualitatif de la nature des matériaux qui composent le remblai ainsi que la présence ou non de pollution ainsi que la situation de l'horizon organique qui serait la profondeur à atteindre afin de favoriser la reprise de la banque de graines et iii/ d'étudier les possibilités de valorisation du remblai. 2/ Organiser la phase chantier.	





Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle									Code de la mesure : C2			
									Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2			
 Période d'intervention pour le démarrage des opérations												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Suppression du remblai												
Matériel nécessaire :												
 Engins de chantier, pelles mécanique, camions...												
 Localisation de la mesure :												

Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle	Code de la mesure : C2
	Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2



Traitement des remblais

- Lorsque les remblais sont sains (exempts de pollution), une économie financière et énergétique importante peut être réalisée en mobilisant tout ou partie du remblai sur site. En particulier, il sera possible d'utiliser une part du remblai pour la construction des gîtes à Hérissons (mesure d'accompagnement A1) ;



Mesure C2 : Suppression partielle du remblai de la parcelle		Code de la mesure : C2
		Lien avec d'autres mesures : C2, C3, A2
▪ S'il reste des matériaux, il sera intéressant de se renseigner pour connaître les besoins en remblai locaux (projet Mistral, projet NeoCarb, projet gravithy ?) à proximité pour du terrassement. D'autres emplois sont possibles comme le comblement de décharge/carrière. ▪ Enfin, s'il reste des matériaux inertes et sains, il faudra les évacuer pour les stocker en centre d'enfouissement technique (CET) de classe 3 ou en installation pour le stockage de déchets inertes (ISDI). ▪ En revanche, si les remblais sont pollués ou non inertes, une filière dédiée devra être recherchée (CET de classe 2 pour les déchets banals, CET de classe 1 pour les déchets dangereux pour la santé ou l'environnement).		
 Points de vigilance ▪ Les zones à enjeux, notamment au niveau de la Flore, devront être sauvegardées ; ▪ Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.		
 Modalités de suivi ▪ Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. ▪ Suivi régulier pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures.		
 Estimation financière		
Encadrement écologique		1 000 €/j
Suppression du remblai	Entre 70 000 et 1 870 000 € HT l'hectare	
Traitement du remblai		



5.7.3. Mesure de génie écologique C3 : Conservation d'îlots surélevés

Mesure C3 : Conservation d'îlots surélevés					Code de la mesure : C3							
					Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C4, C5, C6, A1							
E	R	C	A									
Thématique environnementale :			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit							
 Objectif de la mesure : La conservation d'îlots surélevés permettra de garder une diversité d'habitats au sein du site, tant du point de vue de la flore (<i>Limonium</i> notamment), que de la faune (Guêpier d'Europe, Tadorne de Belon, Oedicnème criard etc.), comme zones de nidification ou d'alimentation.												
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Pelouse à Salicorne Tous les groupes taxonomiques flore et faune												
 Méthode : Les zones qui serviront d'îlots surélevés devront être délimités et marqués en amont des travaux de déblaiement. Afin de favoriser la repousse d'une végétation hygrophile, de légères dépressions pourront être dessinées et permettront un meilleur engorgement en eau.												
 Période d'intervention pour le démarrage des opérations												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Suppression du remblai												
 Matériel nécessaire : Engins de chantier pelles mécanique, camions...												
 Localisation de la mesure :												

Mesure C3 : Conservation d'îlots surélevés	Code de la mesure : C3
	Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C4, C5, C6, A1
MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU <i>Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)</i>   Mesure C3 : Maintien d'îlots surélevés  Parcelle compensatoire  Sources : ECO-MED 2026 Fond : IGN / système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93 Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026 N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP 0 150 300 450 Mètres	
 Points de vigilance ▪ Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.	



Mesure C3 : Conservation d'îlots surélevés		Code de la mesure : C3
		Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C4, C5, C6, A1
 Modalités de suivi - Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. - Suivi régulier pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures.		
 Estimation financière		
Encadrement écologique		Inclus dans la mesure de C2
Suivi écologique		Intégré au plan de gestion compensatoire

5.7.4. Mesure de génie écologique C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers

Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers				Code de la mesure : C4																									
				Lien avec autres mesures : C1, C2, C3, C5, C7, C8																									
E	G	C	A																										
Thématique environnementale			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit																								
 Objectif de la mesure : Recréer des habitats de reproduction pour les chiroptères arboricoles et les oiseaux cavicoles Recréer des habitats de déplacement, d'alimentation pour les chiroptères Reconstituer un habitat de zone humide																													
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Oiseaux, Chiroptères, Amphibiens Zones humides			 Calendrier de la mesure <table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																		
Contexte : Le projet entraine la destruction de plusieurs bosquets à Peuplier et Tamaris sur la zone d'étude impactant les oiseaux, les chauves-souris et les zones humides. Les secteurs choisis pour cette mesure sont ceux traités en amont pour le Baccharis (mesure C1). Il y aura donc un temps long entre le début des travaux de génie écologique avec le traitement des EVEC et la plantation des haies (1 an). Concernant la plantation des Peupliers dans la parcelle Bras mort/relais, il s'agit de constituer un habitat qui sera favorable dans un futur assez éloigné (10 ans) à la reproduction de chiroptères et d'oiseaux cavicoles. En attente de la maturation des arbres, la mesure est complétée par la pose de nichoirs (Rollier/Huppe fasciée/Petit-duc) et par la pose de gîte à chiroptères (mesure C4).																													



Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers	Code de la mesure : C4
	Lien avec autres mesures : C1, C2, C3, C5, C7, C8
Méthode : Ces haies seront essentiellement constituées de Peupliers (<i>Populus spp</i>) et de Tamaris, deux espèces présentes localement et sur la zone d'étude. Elle sera créée sur un linéaire d'environ 1 800 m de Tamaris, dans la parcelle de l'étang de l'oiseau d'une part, et d'une haie élargie faisant un linéaire d'environ 600 m de peupliers, dans la parcelle u bras mort, d'autre part. Les plantations devront se faire sur les hauts de berge tout le long du linéaire une fois le Sénéçon en arbre traité. Cette mesure a donc un décalage d'au moins 1 an après le début des travaux de génie écologique compensatoires. Les plantations seront faites sur une ligne variant de 30 à 100 m. La densité de plantation des arbres sera de 300 plants / ha, soit un arbre au moins tous les 5 m. Malgré l'apport en eau douce prévu (C1) et le maintien de cet apport (plan de gestion), la salinité du milieu restera non négligeable. Les espèces envisageables pour la ripisylve sont donc limités. Des relevés de salinité pourront permettre de déterminer les essences ayant la possibilité de se maintenir. Actuellement, sont envisagées : • Peuplier blanc (<i>Populus alba</i>) • Tamaris de France (<i>Tamarix gallica</i>) Les espèces pourront être issues de la zone d'étude ou de pépinière locale. <u>Une partie des arbres proviendra de la zone projet, au moment de la campagne de défrichement. Les baliveaux (individus de 3/4 ans) seront prélevés, transportés et replantés dans la zone dédiée.</u> <u>Préparation des plants de la zone d'étude :</u> • Préparation des sols sur la zone de compensation ; • Récupération des individus à l'aide d'un godet en conservant un maximum de racines et de sol ; • Installation de protections anti-prédateur (gainex climatiques grillagées) sur tous les individus inférieurs à 1m et 15 cm de tronc ; • En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier 1/Transplantation d'arbres (estimation de la densité à 300 arbres/ha) 2/Tuteurage tripode des arbres transplantés 3/Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm m² 4/Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ou inondation par le canal <u>Préparation des plants issue de pépinière :</u> 1/Plantation de godets forestiers pour la constitution de haie fonctionnelles et d'un boisement compensatoire plants/ha sur une superficie de 6,5ha 2/Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation u 3 /Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables 4/Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois u 5/Arrosage 20L/plant/passage • Plant en racine nue ou godets de provenance régionale	



Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers	Code de la mesure : C4
	Lien avec autres mesures : C1, C2, C3, C5, C7, C8
○ Si racines nues, chaque plant sera préparé (habillage des racines et pralinage des plants). • Les protections anti-prédateur (gainex climatiquex grillagées) seront systématiques.	
 Illustration du matériel de protection des jeunes plants : à droite la dalle de paillage en chanvre et le manchon de protection (filet ou gainex ajourée)	
En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier	
 Modalités de suivi Un suivi sera réalisé en accompagnement du chantier puis une fois les arbres plantés sur 20 ans, un suivi annuel pendant 5 ans puis un suivi tous les 5 ans (cf S2). Indicateurs - Absence d'EVEE - Croissance des individus - Densification de la haie	

Localisation de la mesure



Carte 99 : Localisation de la mesure C4 : Plantation de haies de tamaris et de peupliers – parcelle étang de l’oiseau



Estimation financière

Transplantation d'arbres (5m) favorables aux chiroptères

	unité	Prix unitaire	total estimatif
Transplantation d'arbres (baliveaux) issus de la zone projet	50	Env. 1 110 € HT	Env. 5 550 € HT



<i>NB : si le nombre de baliveaux n'est pas suffisant dans la zone projet, un travail de recherche à l'échelle de la ZIP sera effectué sur d'autres zones projets en partenariat avec le GPMM</i>			
Tuteurage tripode des arbres transplantés	50	Env. 100 € HT	Env. 5 000 € HT
Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm /m ²	500	Env. 10 €	Env. 5 000 € HT
Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ou inondation	50	Env. 13 €	Env. 650 € HT
Plantation de godets forestiers pour la reconstitution d'une haie fonctionnelle 100 plants/ha sur un linéaire de 1800 m			
Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation	200,00	20 €	Env. 4 000 € HT
Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables	200,00	Env. 10 €	Env. 2 000 € HT
Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois	200,00	Env. 10 €	Env. 2 000 € HT
Arrosage 20L/plant/passage	200,00	Env. 13 €	Env. 2 600 € HT

5.7.5. Mesure de génie écologique C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau

Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine nord et connexion au réseau d'eau				Code de la mesure : C5	
				Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3, C4	
E	R	C	A		
Thématique environnementale :			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Une roubine borde chacune les deux parcelles de compensation. La roubine de la parcelle de l'oiseau circule au sein de la zone naturelle de l'oiseau, au nord de la parcelle. Elle est utilisée afin d'inonder la parcelle voisine à l'ouest. Cette roubine devra être restaurée une fois les terres décaissées, afin de permettre un engorgement important après le décaissement de la zone humide. Un talutage de la berge sera effectué en amont de la mesure de plantation de la haie, et après le décaissement des remblais.					
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Zone à Baccharis Sansouire sur remblai (nord de la parcelle) Tous les groupes taxonomiques faune-flore					
 Méthode : La roubine ne semble pas utilisée récemment. Une vérification de l'hydraulique puis une restauration de cet aménagement sera donc nécessaire une fois que les terres auront été décaissées. Cette roubine, devra être recréée en lieu et place.					



Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine nord et connexion au réseau d'eau	Code de la mesure : C5											
	Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3, C4											
En parallèle à la restauration de la roubine, une prise d'eau sera construite en parallèle de la prise d'eau existante sur le contre-canal. En effet, il est indispensable que la mise en eau de parcelle soit indépendante des entres usagers de l'eau du secteur. Afin de garantir que l'apport d'eau dans la parcelle n'entraîne pas des inondations le long des parcelles amont, un travail hydraulique sera mené pour recenser les petits ouvrages (martellières). Avant chaque mise en eau, il sera nécessaire de prévenir les autres usagers à travers le GPMM, propriétaire des terrains adjacents. L'engorgement de la parcelle devra être réalisée en hiver jusqu'au début du printemps.												
 Période d'intervention pour le démarrage des opérations												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Suppression du remblai												
 Matériel nécessaire : Pelle manuelle voir engins de chantier pelles mécanique, camions...												
 Localisation de la mesure :												

Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine nord et connexion au réseau d'eau	Code de la mesure : C5
	Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3, C4
MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE ÉTANG DE L'OISEAU <i>Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)</i>   Mesure C5 : Restauration hydraulique et connectivité au réseau d'eau prise d'eau sur le contre-canal  Mesure C5 : Restauration hydraulique et connectivité au réseau d'eau  Parcelle compensatoire  Sources : ECO-MED 2026 Fond : IGN / système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93 Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026 N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP 	
 Points de vigilance ▪ Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.	

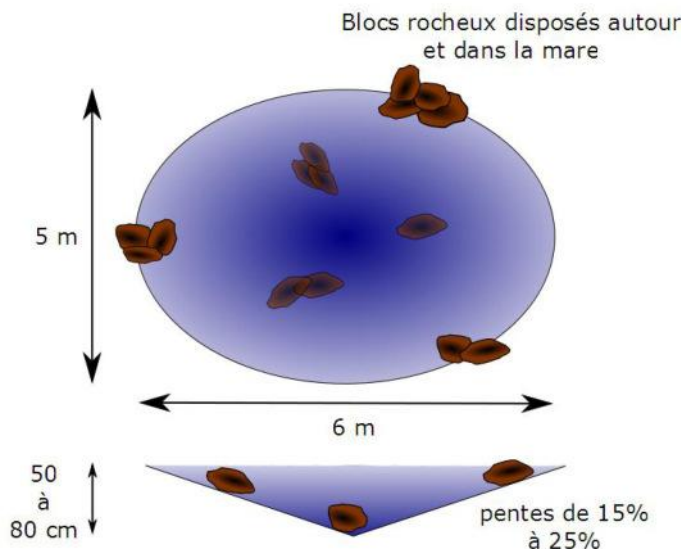


Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine nord et connexion au réseau d'eau		Code de la mesure : C5
		Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3, C4
 Modalités de suivi - Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier. - Suivi régulier pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures.		
 Estimation financière		
Encadrement écologique		700 €/j
Travaux de restauration		Non évaluable à ce stade

5.7.6. Mesure de génie écologique C6 : Creusement de dépressions pour le cortège local d'amphibiens

Mesure C6 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles				Code de la mesure : C6	
				Lien avec autres mesures : C1, C2, C5	
E	G	C	A	R2.I : Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet ou à proximité	
Thématique environnementale			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Favoriser durablement la reproduction des amphibiens Favoriser les habitats temporaires en faveur des amphibiens et autres espèces aquatiques à écologie méditerranéenne.					
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Pélodyte ponctué, Pélodote cultripède Crapaud calamite, Rainette méridionale, Couleuvre à collier, Couleuvre vipérine, Noctule de leisler, Pipistrelle pygmée et autres groupes (reptiles, oiseaux), Leste à grands stigmas				 Période favorable : après les travaux de la mesure C1, C2, C3 Création et entretien des mares : à la fin de l'été, début d'automne (avant les pluies d'automne pour une mise en eau rapide). Inondation temporaire en automne/hiver	
 Contexte : Les mares naturelles ou artificielles présentent de nombreux intérêts écologiques qui sont maintenant bien mieux cernés des scientifiques. Les mares sont souvent associées seulement à leur cortège batrachologique mais à tort car leurs intérêts sont souvent croisés avec d'autres groupes biologiques (et localement, plusieurs espèces d'invertébrés comme certaines libellules rares à l'échelle française, dont le Leste à grands stigmas). En effet, en plus de leur rôle pour les amphibiens en tant que zone de ponte, elles jouent également le rôle de point d'abreuvement pour l'ensemble de la faune sauvage et notamment pour les oiseaux, les reptiles et les chiroptères. Elles peuvent ainsi être de bons auxiliaires pour les cultures faunistiques.					



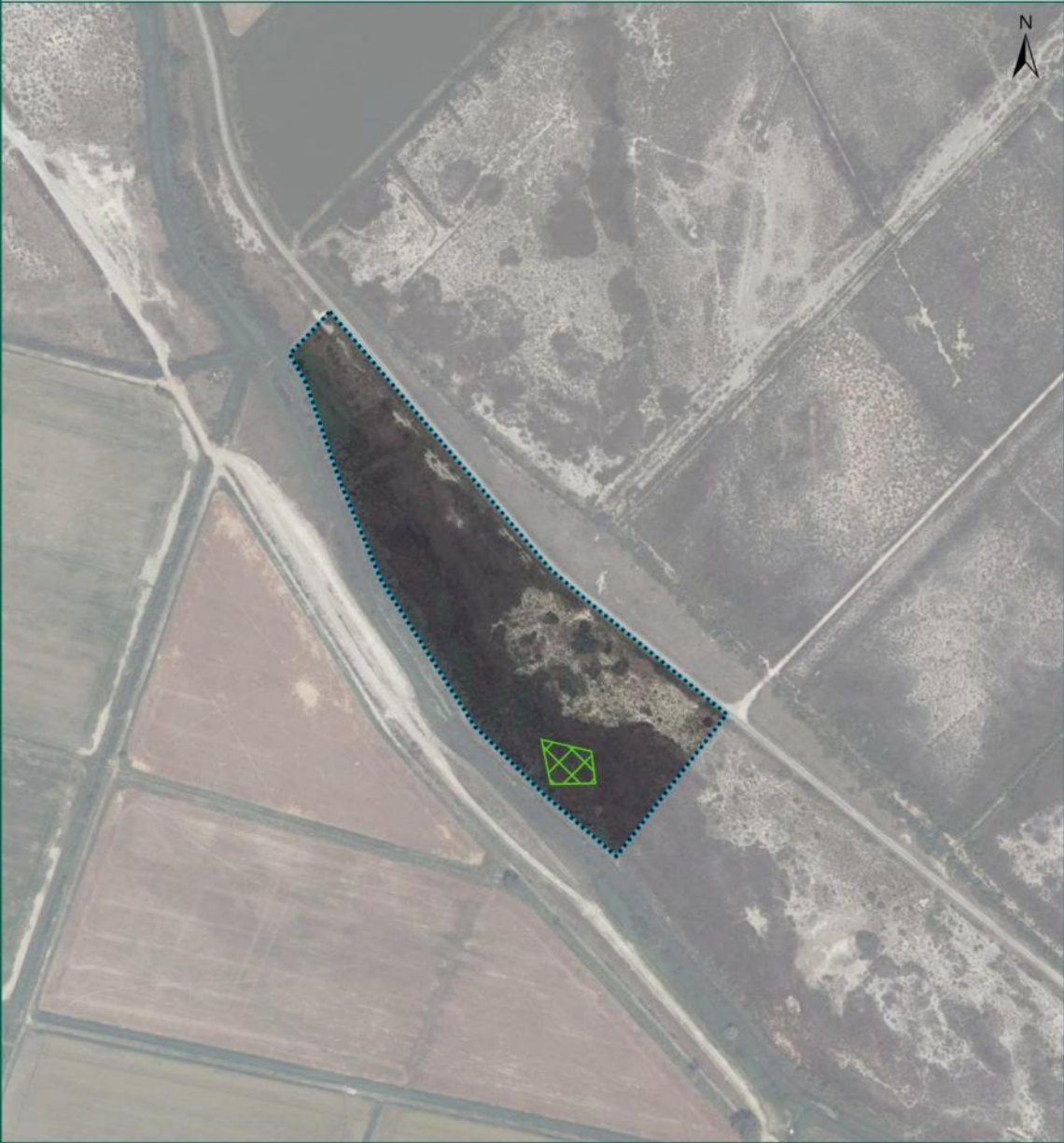
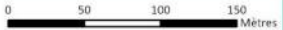
Mesure C6 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C1, C2, C5
Néanmoins, la création d'une mare peut s'avérer assez complexe au regard du substrat, de la pente et des objectifs escomptés. De plus, il convient de prendre en considération qu'une mare peut être sujette à un comblement progressif du fait notamment de matières végétales en décomposition (hydrophytes) ou du développement des hélophytes. Un entretien tous les 2 à 3 ans est donc nécessaire afin de maintenir voire accroître son intérêt écologique. Il s'agit de créer et entretenir des mares dont le positionnement a été réfléchi en fonction de l'apport d'eau nécessaire et de la présence d'un cortège d'amphibiens déjà présent ou du fait de la proximité d'autres aménagements favorables aux amphibiens. Il y a bien évidemment un côté expérimental dans la création de ces mares mais néanmoins il est bon d'informer que des expériences similaires ont été menées localement et ont démontré pleinement leur intérêt) (cf Philippe Lambret, Olivier Boutron, Institut de recherche de la Tour du Valat, Grégoire Massez, Amis des Marais du Viguerat : Etude de l'écologie de Lestes macrostigma et restauration de son habitat. Le courrier de la nature n°0 296 - Special Libellules – 2016). Par ailleurs, cette mesure sera localisée dans des secteurs où une inondation temporaire et partielle sera réalisée. Le remplissage des mares sera donc assuré par inondation. Il sera respecté une inondation non permanente afin de favoriser les espèces à cycle de développement court à moyen.	
 Méthode : <u>Etape préalable</u> : arrachage et gestion des EVEE (Baccharis secteur canal, cf. localisation ci-après) : mesure C2 <u>Formes et disposition des mares :</u> <i>Les caractéristiques techniques seront variables en fonction de l'emplacement de la mare. En effet, en fonction des habitats et des substrats, la technique sera adaptée.</i> Ainsi, pour les mares qui seront situées sur la zone de Baccharis traités et inondés, les mares respecteront les caractéristiques techniques suivantes conformément au schéma présenté ci-après :  The diagram illustrates a pond with an oval shape. The vertical dimension is labeled '5 m' and the horizontal dimension is labeled '6 m'. The pond is surrounded by 'Blocs rocheux disposés autour et dans la mare' (rock blocks arranged around and in the pond). The bottom of the pond is shown with a cross-section, indicating a depth of '50 à 80 cm' and 'pentes de 15% à 25%' (slopes of 15% to 25%). <u>Dimensions :</u> Environ 30 m² de surface pour chacune des mares en privilégiant la dimension de 5 x 6 mètres ; - Hauteur : Variables entre 50 et 80 centimètres pour chacune des mares. Idéalement, la mare doit rester en eau 35 semaines au cours de l'année, correspondant aux exigences biologiques du Pélobate afin de mener à son terme son cycle biologique complet.	



Mesure C6 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles								Code de la mesure : C6																																																															
								Lien avec autres mesures : C1, C2, C5																																																															
- Pente : Variables entre 15% et 25% en périphérie de chacune des mares ; - Alimentation et étanchéité : L'alimentation en eau de ces mares pourra être effectuée par les précipitations afin de leur assurer un fonctionnement naturel. Néanmoins une connexion directe à l'eau du canal attenant est envisagée. Sous réserve des conditions de substrat révélées à la suite de la mesure d'arrachage des EVEE (mesure C1), leur étanchéité sera assurée par un dépôt d'une couche d'argile (10-20 cm environ). Il est à noter cependant que l'utilisation de substrat argileux en zone méditerranéenne pose parfois problème. En effet, suite à l'évaporation de l'eau, la couche d'argile soumise à la sécheresse intense peut se craqueler et risque fortement de perdre leur étanchéité lors des premières pluies de fin d'été ou d'automne. - Aménagements annexes : Mise en place de petits blocs rocheux autour et au sein des mares favorisant ainsi les possibilités de caches pour les amphibiens, mais également quelques espèces de reptiles. Travail à effectuer : - Assurer un creusement sur une profondeur comprise entre 50 et 80 centimètres soit par engin mécanique soit manuellement. Il conviendra de privilégier l'action manuelle autant que possible ; - Assurer l'étanchéité du substrat de la mare (dépôt de matière argileuse) ; - Déposer des éléments grossiers au fond de la mare et à proximité immédiate en guise d'abris ; - Entretien tous les 3 ans des mares créées (ratissage de la surface de l'eau si envahissement par des algues et lentisques, fauchage des hélophytes si envahissement, curage de la mare si envahissement par de la matière organique). Calendrier des travaux : - Il est préférable d'entreprendre la création des mares juste en amont de fortes pluies à savoir à l'automne en contexte méditerranéen ; - L'entretien devra être effectué en période d'assec si la mare est temporaire ou en fin d'été (aoûts-septembre) quand la plupart des espèces ont accompli leur cycle biologique. L'entretien de ces mares sera à prévoir sur une durée minimale de 30 années.																																																																							
<table><tr><th>Actions</th><th>N</th><th>N+3</th><th>N+6</th><th>N+9</th><th>N+12</th><th>N+15</th><th>N+18</th><th>N+21</th><th>N+24</th><th>N+27</th><th>N+30</th></tr><tr><td>Creusement de la mare</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Assurer l'étanchéité du substrat</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Déposer des éléments grossiers</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Entretien des mares</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>												Actions	N	N+3	N+6	N+9	N+12	N+15	N+18	N+21	N+24	N+27	N+30	Creusement de la mare												Assurer l'étanchéité du substrat												Déposer des éléments grossiers												Entretien des mares											
Actions	N	N+3	N+6	N+9	N+12	N+15	N+18	N+21	N+24	N+27	N+30																																																												
Creusement de la mare																																																																							
Assurer l'étanchéité du substrat																																																																							
Déposer des éléments grossiers																																																																							
Entretien des mares																																																																							
Modalités de suivi ➤ Accompagnement avant / pendant la création des mares ➤ Veille écologique Indicateurs : - Présence d'un cortège d'amphibiens locaux ; - Utilisation des mares par d'autres groupes biologiques comme les oiseaux, les reptiles et les invertébrés																																																																							
Localisation de la mesure																																																																							





Mesure C6 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles		Code de la mesure : C6
		Lien avec autres mesures : C1, C2, C5
MESURE DE COMPENSATION - PARCELLE SALIN RELAIS Projet Mistral - Développement de la production d'acier carboné sur le site Marcegaglia - Fos-sur-Mer (13)   Mesure C6 : Creusement de dépressions pour les amphibiens  Complément de parcelle compensatoire  Sources : ECO-MED 2026 Fond : IGN / Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93 Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 29/05/2026 N° d'étude : 5848, Client : ANTEAGROUP 		
Carte 101 : Localisation de la mesure C5 : création de mares temporaires/dépressions – parcelle Bras mort/Relais		
 Estimation financière		
Suivi par un expert		1 000€/jour



Mesure C6 : Creusement de dépressions pour le cortège d'amphibiens et inondations partielles		Code de la mesure : C6
		Lien avec autres mesures : C1, C2, C5
Création et entretien des mares	Inclus dans les actions du plan de gestion compensatoire	

5.7.7. Mesure de génie écologique C7 : Mise en place de gîtes arboricoles favorables aux chiroptères arboricoles (Noctule de Leisler, Pipistrelle de Khul) et de nichoirs pour les oiseaux cavicoles (Rollier d'Europe, Huppe fasciée, Petit-duc scops)

Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de nichoirs pour oiseaux cavicoles				Code de la mesure : C7
				Lien avec autres mesures : C4
E	R	C	A	Aménagement ponctuel transitoire (abris ou gîtes artificiels pour la faune)
Thématique environnementale :		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Favoriser le maintien du cortège chiroptérologique local par l’installation de plusieurs gîtes favorables à l’estivage et l’hibernation d’espèces arboricoles.				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Chauves-souris arboricoles (Pipistrelles, Noctules, Murins, ...). Oiseaux cavicoles			 Calendrier de la mesure : Travaux à réaliser idéalement avant l’arrivée des premiers chiroptères sur le site (retour d’hivernage à partir de mars) pour permettre une recolonisation dès la première année. La période pour les oiseaux est la même.	
 Méthode : gîtes à chiroptères : En compensation de l’abattage d’arbres-gîtes potentiels, il est préconisé la mise en place de gîtes artificiels (nichoirs) conçus pour les espèces forestières. 3 arbres-gîtes forts et 10 modérés sont impactés par le projet. Ainsi ECO-MED préconise l’installation de : - 21 gîtes à chauves-souris à grande capacité d’estivation du type « Miramare WoodStone »  (©Wildcare) La pose des nichoirs devra se faire comme suit : - L’exposition du nichoir : Le trou d’envol devra être orienté lorsque c’est possible vers le sud et dans un secteur ensoleillé. Il est possible de varier les expositions pour offrir des conditions de température différentes mais les autres orientations sont moins optimales. L’objectif est de mettre les chiroptères à l’abri des vents dominants et de la pluie. La température intérieure doit être stable et comprise entre 27 et 38°C. L’accès au gîte doit être dégagé. Pour cela, les branchages limitrophes pourront être coupés pour faciliter l’accès en vol direct par les chauves-souris.				



Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de nichoirs pour oiseaux cavicoles	Code de la mesure : C7
	Lien avec autres mesures : C4
- La hauteur de pose devra se situer entre 3 et 8 m en privilégiant une hauteur assez importante pour éviter la prédation et pour permettre à certaines espèces d’avoir des pistes d’atterrissage assez conséquentes. Le but est de varier la hauteur de pose pour accueillir différentes espèces de chauves-souris. - Choix des arbres et installation : Les arbres où seront posés les nichoirs devront être choisis judicieusement, si possible les arbres les plus imposants afin d’assurer leur stabilité. - Les nichoirs doivent être attachés grâce à une ou plusieurs fixations qui ne risquent pas de rouiller ou de s’altérer avec le temps (fil galvanisé, fil électrique gainé, corde de nylon, etc...). Si besoin, l’utilisation de matériaux gainés ou en caoutchouc sera également important afin de ne pas endommager le tronc lors de la pose. - Afin d’éviter que la pluie ne rentre trop facilement par le trou d’envol, il est conseillé de le pencher légèrement vers l’avant lorsque le tronc n’est pas droit. Il faut donc incliner légèrement le nichoir de façon à ce que le bas de celui-ci touche la surface de pose et coincer un morceau de bois dans le haut pour le maintenir dans cette position. - Suivi des nichoirs : A la fin de la période de mise-bas et d’élevage des jeunes et avant l’installation de chauves-souris en hibernation (septembre/octobre), les systèmes de fixation devront être contrôlés. En cas de doute, ces derniers devront être remplacés. Ce passage permettra de suivre la fréquentation des gîtes (visualisation avec une lampe torche de la présence de chauves-souris et/ou de guano) et de couper les branches éventuelles dérangeant l’accès.	
 Matériel nécessaire : Nichoirs à commander en avance, attaches (clous, fil galvanisé, tuyau d’arrosage, ciseaux, ...), équipe de cordistes ou nacelles.	
 Méthode : nichoirs à oiseaux cavicoles Choix des matériaux : Le bois est le meilleur matériau pour construire un nichoir résistant naturellement à l’humidité et aux intempéries. Par exemple, la société Schwegler (http://www.schwegler.be) confectionne des nichoirs en béton de bois (mélange de ciment et de sciure de bois) matériau naturel, résistant et thermo-isolant. Possibilité de trouver ces nichoirs sur le site internet de la LPO (https://boutique.lpo.fr/catalogue/jardin-d-oiseaux/nichoirs-oiseaux/7-nichoirs-chouettes/nichoir-schwegler-1cga-chouette-cheveche) Formes et dispositions des nichoirs : Les nichoirs pour les espèces cavicoles doivent répondre à certaines caractéristiques précises (diamètre d’ouverture, configuration et orientation du nichoir, etc...) pour être efficaces.	



Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de nichoirs pour oiseaux cavicoles

Code de la mesure : C7

Lien avec autres mesures : C4



Photo du nichoir favorable à différentes espèces cavicoles (source : <https://boutique.lpo.fr/>)

Il conviendra de respecter plusieurs critères en fonction des espèces ciblées :

Espèce	Hauteur de pose	Zone ciblée	Date de pose	Début de reproduction	Diamètre du trou	Nombre de nichoirs
Huppe fasciée	2 à 3 m max.	Dans la haie de Peupliers et de Tamaris (mesure C4)	Hiver	Début avril	65 mm	4
Petit-duc scops	2 à 5 m	Dans la haie de Peupliers et de Tamaris (mesure C4)	Hiver	Début mai	65 mm	4
Rollier d'Europe	3-6m	Dans la haie de Peupliers et de Tamaris (mesure C4)	Hiver	Début mai	60mm	4

- L'emplacement du nichoir : l'endroit choisi doit être calme, plutôt éloigné des routes et des chemins fréquentés et le plus abrité des intempéries possibles en évitant les emplacements humides.
- L'exposition du nichoir : dont le trou d'envol devra être **orienté vers l'est ou le sud-est**. L'objectif est de mettre les oisillons à l'abri des vents dominants et de la pluie mais aussi des rayonnements solaires intensifs.
- Les arbres où seront posés les nichoirs devront être choisi judicieusement, si possible sur des arbres imposants afin d'assurer leur stabilité.
- Les nichoirs doivent être attachés à un support solide et stable, grâce à une ou plusieurs fixations qui ne risquent pas de rouiller ou de s'altérer avec le temps (fil galvanisé, fil électrique gainé, corde de nylon, etc...). L'utilisation de matériaux gainés ou en caoutchouc sera également important afin de ne pas endommager le tronc lors de la pose. **Ne jamais utiliser de clous pour fixer le nichoir dans un arbre.**
- Afin d'éviter que la pluie ne rentre trop facilement par le trou d'envol, il est conseillé de le pencher légèrement vers l'avant. Il faut donc incliner légèrement le nichoir de façon à ce que le bas de celui-ci touche la surface de pose et coincer un morceau de bois dans le haut pour le maintenir dans cette position. Il est également possible de percer des petits trous au niveau du plancher pour faciliter l'évacuation des fluides.

Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de niochirs pour oiseaux cavicoles

Code de la mesure : C7

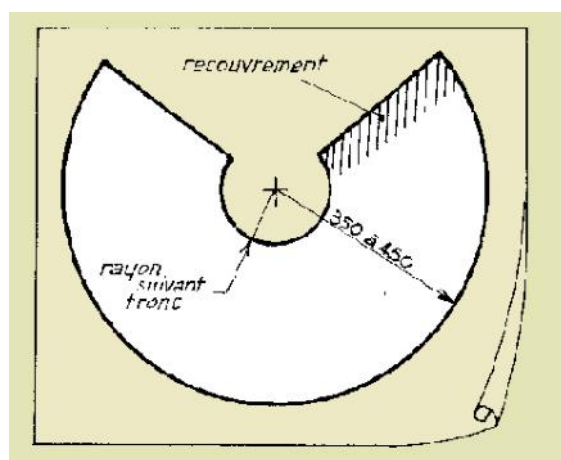
Lien avec autres mesures : C4



Différents exemples de fixations de niochirs (source : <http://nichoirs.net/>)

Prévention contre les prédateurs :

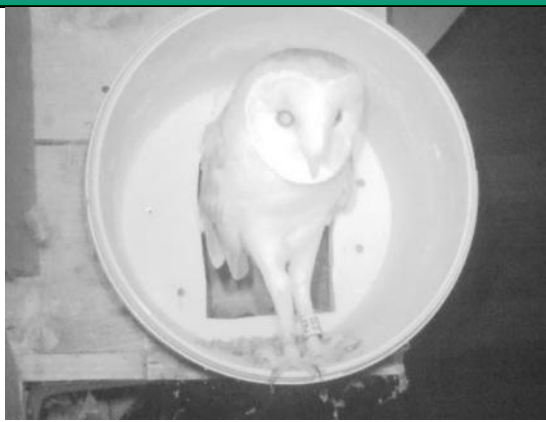
Il est important d'installer le niochir à l'abri des prédateurs (chats, écureuils, fouine, etc.). Il est ainsi possible d'installer un grillage à mailles larges autour du niochir, de déposer des branches d'épineux à la base du piquet ou du tronc, de planter un rosier, de fixer un "stop-matou" autour du tronc ou de poser un tube en PVC lisse à l'ouverture du niochir. Ce dernier doit être placé en hauteur, idéalement au moins à deux mètres du sol. Il faut éviter que les prédateurs ne puissent s'approcher trop près grâce à une branche bien placée ou à un mur proche. Toutefois, la présence de perchoirs à proximité est importante car les parents ne rentrent généralement pas directement dans le trou. Une rondelle de métal placée autour de l'ouverture empêchera pics et rongeurs d'agrandir le trou d'envol pour détruire la couvée ou s'installer.



Dispositif du cône anti-prédateur (source : <http://nichoirs.net/>)

- **Autres dispositifs anti prédation**, mise en place d'un tuyau en PVC à surface lisse à l'entrée du niochir, permet une sécurité d'un niochir posé dans un hangar, un bâti, ou un arbre.



Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de nichoirs pour oiseaux cavicoles		Code de la mesure : C7
		Lien avec autres mesures : C4
		
		
Dispositif anti-prédation sur nichoir à Effraie des clochers, Benjamin Vollot, Mahistre (30)		Dispositif anti-prédation sur nichoir à Rollier d'Europe, Benjamin Vollot, Aigues-Mortes (30)

La plupart des oiseaux défendent leur territoire contre les intrus de la même espèce. Il est donc inutile, voire néfaste, de disposer en trop forte densité des nichoirs destinés à une même espèce (même type, même diamètre de trou d'envol). Aussi, il est bon de respecter des distances minimales entre nichoirs. Les **nichoirs pour espèces différentes doivent être placés à au moins 3 mètres l'un de l'autre. Ceux destinés à la même espèce doivent, eux, être placés à une distance supérieure à 15 mètres**. Pour les espèces nichant en colonies (moineaux, étourneaux, hirondelles, etc.), cette question de la distance minimum ne se pose pas.

En dehors des recommandations générales, il est très important de **respecter les exigences de chaque espèce** en termes de dimensions des nichoirs (trou d'envol, cavité, profondeur, etc.), de hauteur de pose par rapport au sol ou encore en termes d'habitats. Cela permettra de sélectionner les hôtes que l'on cible et ainsi d'augmenter les chances d'occupation des nichoirs installés.

✎ Modalités de suivi

Opération	Hiver	Avril	Mai/Juin	Octobre	Novembre
Choix du l'emplacement et pose des nichoirs					



Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de niohirs pour oiseaux cavicoles				Code de la mesure : C7	
				Lien avec autres mesures : C4	
entre octobre et février					
Suivi des niohirs en reproduction (2 passages)					
Nettoyage et vérification des niohirs					
 Dimensionnement et Localisation de la mesure La pose des niohirs se fera au sein de la haie de Peupliers sur des plots mis en place au niveau du canal et des haies de tamaris et Peupliers (mesure C4)					

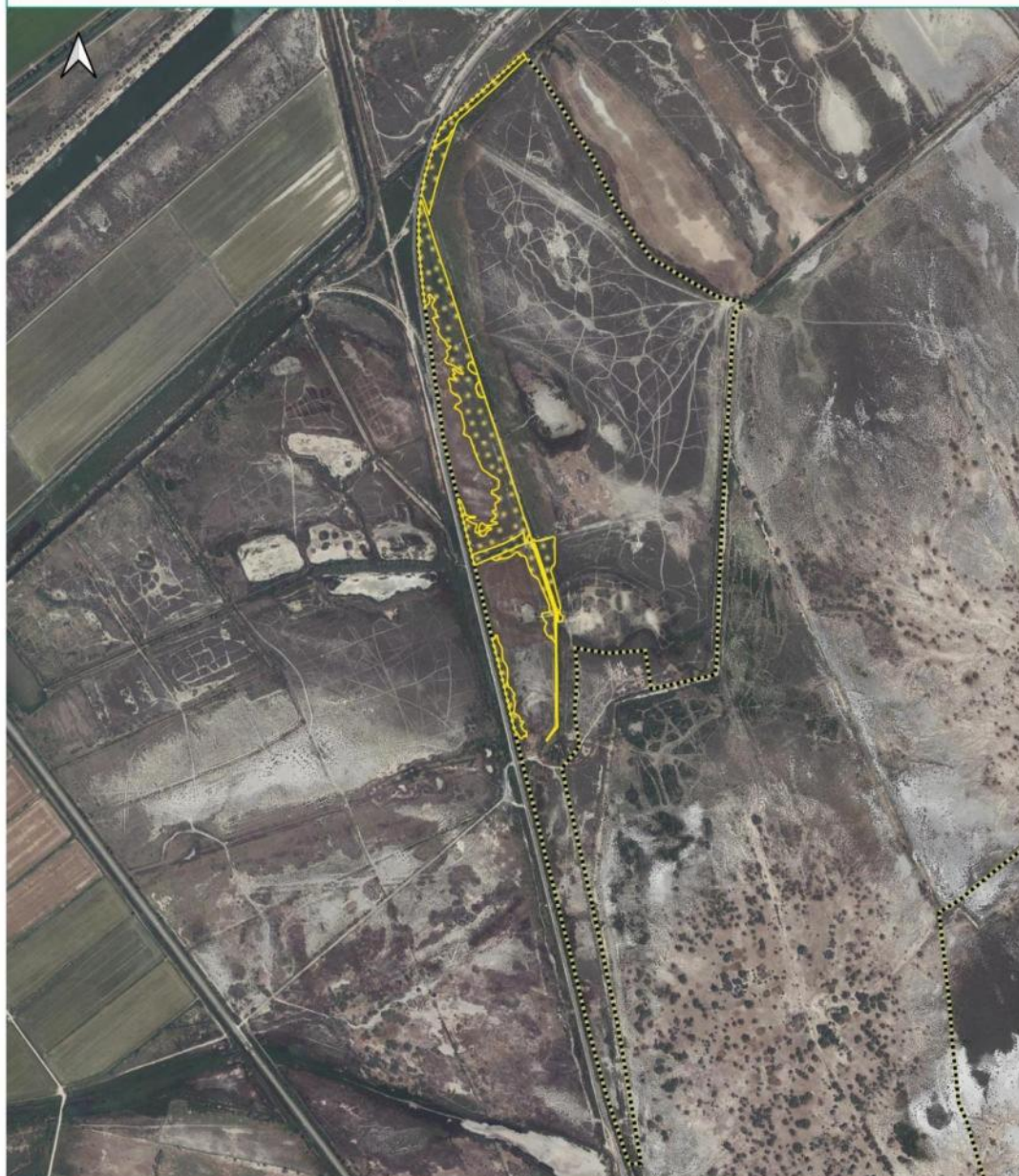


Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de nichoirs pour oiseaux cavicoles

Code de la mesure : C7

Lien avec autres mesures : C4

MESURE DE COMPENSATION C9 : INSTALLATION DE NICHoirs A HUPPE, PETIT-DUC ET PIC EPEICHETTE
MESURE DE COMPENSATION C10 : INSTALLATION DE GITES A CHIROPTERES ARBORICOLES
MESURE DE COMPENSATION C11 : INSTALLATION D'ARBRES-TOTEM
PARCELLES OUEST _ETANG DE L'OISEAU
Projet NEOCARB - Fos-sur-Mer (13)



Mesure C11 Installation arbres-totem
site_potentiels_compensation_neocarb



Sources : ELYSE ENERGY / ECO-MED -
Fond : IGN
Réalisation : ECO-MED (L.VALLEJO) 07/10/2025
Ref étude ECO-MED : 4587 - NEOCARB

0 200 400 600 800 1 000 m

Carte 102 : Localisation de la mesure C9 : Installation de nichoirs à Huppe fasciée, Petit-duc scops et Pic épeichette



Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de niochirs pour oiseaux cavicoles		Code de la mesure : C7
		Lien avec autres mesures : C4
Nombre de niochirs à prévoir : En réponse à la destruction des arbres à cavité dans la zone d'emprise, 12 niochirs seront installés pour compenser la perte de 6 sites de nidification potentiels. Le nombre de niochirs pourra être ajusté en fonction de l'espace disponible pour leur installation.		
 Point de vigilance : La plupart des oiseaux défendent leur territoire contre les intrus d'espèces différentes ou de même espèces. Il est donc inutile, voire néfaste, de disposer les niochirs en trop grand densité. Aussi, il est bon de respecter des distances minimales entre niochirs : ➤ Au moins 3 mètres entre les niochirs d'espèces différentes. Au moins 15 mètres ente les niochirs destinés à la même espèce.		
 Modalités de suivi Le suivi de l'utilisation des niochirs devra se faire durant la période de reproduction de l'espèce et selon certaines méthodes : ➤ Période de suivi : 1 passage précoce (vers avril) pour la Huppe fasciée et Pic épeichette et un passage plus tardif pour le Petit-duc scops (juin). Les passages de suivi peuvent se faire en même temps que le suivi des espèces à enjeu avérées sur le site. Il est important de vérifier le bon état du dispositif et de voir s'il y a de la prédation ou non, si tel est le cas il faudra impérativement mettre en place un système anti-prédation. ➤ Modalités de suivi : il est important de limiter les visites aux niochirs installés pour éviter trop de dérangement. Le suivi devra notamment se faire à distance avec l'utilisation de jumelles afin de noter la présence des espèces et l'utilisation du niochir. ➤ Vers la fin de la saison de reproduction, généralement entre mi-septembre et mi-octobre, il faudra nettoyer les niochirs. Ainsi que de vérifier le système de fixation et le bon état du dispositif. Objectifs du suivi : ➤ Evaluer le taux d'occupation des niochirs par la Chevêche d'Athéna, la Huppe fasciée et le Petit-duc scops. Indicateur de réussite : ➤ Présence et maintien de la Huppe fasciée et du Petit-duc scops dans la parcelle compensatoire. Notons que l'utilisation d'un niochir peut prendre jusqu'à un an après la date d'installation de celui-ci. En revanche, si un niochir n'est toujours pas occupé la deuxième année après sa mise en place, c'est que l'endroit où l'habitat ne convient pas. Il est alors conseillé de rechercher un autre emplacement.		
 Estimation financière		
Suivi de colonisation des gites à chiroptères	1 visite annuelle par an par un expert chiroptérologue pendant les 3 ans suivant la pose des niochirs, puis tous les 5 ans pendant 30 ans + comptes-rendus annuel (intégré à la mesure A6, pdg)	1 500€ H.T./an Inclus dans la mesure de suivi du plan de gestion
Suivi de colonisation des niochirs	1 visite annuelle par an par un expert chiroptérologue pendant les 3 ans suivant la pose des niochirs, puis tous les 5 ans pendant 30 ans + comptes-rendus annuel (intégré à la mesure A6, pdg)	1 500€ H.T./an Inclus dans la mesure de suivi du plan de gestion
Achat des gites à chiroptères + matériels nécessaires à la pose	Le prix unitaire des gîtes d'estivation sont situés entre 100 et 150 euros pièce	Env. 6 000 € H.T.
Achat des niochirs + installation	Prix unitaire d'un niochir à Pic épeichette : 35.90€	Env 1 800€ H. T.



Mesure C7 : Aménagement de gîtes arboricoles en faveur des chiroptères et de niohirs pour oiseaux cavicoles		Code de la mesure : C7
		Lien avec autres mesures : C4
	Prix unitaire d'un niohoir à Huppe fasciée/Petit-duc/Rollier d'Europe scops : 95.90€ Installation : 850€	
Pose de 24 gites par une entreprise extérieure (cordiste) + piliers + aubans	310€/gite	Env. 6 510 €HT



5.7.8. Mesure de génie écologique C8 : Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)

Mesure C8 : Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)				Code de la mesure : C8	
				Lien avec autres mesures : C4, C7	
E	R	C	A	C1.1 : Création / renaturation de milieux	
Thématique environnementale :			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Favoriser les ressources alimentaires pour les espèces entomophages (chiroptères, oiseaux)					
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Chiroptères (Pipistrelles, Noctules, Murins, ...), oiseaux insectivores			 Calendrier de la mesure : Travaux à réaliser au moment du défrichement, à l'automne et suite aux travaux d'arrachage et d'inondation du Baccharis		
 Méthode (co-élaborée avec la société de génie écologique partenaire, OSMAÏA) : Abattage doux des arbres à enjeux identifiés, transfert vers la parcelle compensatoire et installation/fixation du tronc par un système de 3 ancrages par totems et d'élingues. Une fosse d'au moins 2 mètres sera réalisée pour recevoir la base du "totem" et sera comblée avec les matériaux du site. Fixation par des auban (tripode) pour sécuriser l'accroche.					
 Localisation de la mesure					





Mesure C8 : Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)		Code de la mesure : C8
		Lien avec autres mesures : C4, C7
 Estimation financière (sur la base du devis OSMAÏA, pour 39 arbres)		
Base : 15 arbres-totem Ce budget estimatif rémunère la mise en oeuvre d'un tronc, sachant qu'un arbre à enjeu peut présenter plusieurs troncs favorables aux chiroptères, cette quantité pourra être adaptée selon les retours de l'administration sur le ratio de compensation. Les gabarits routiers ainsi que les charges admissibles pour le passage sur la voie ferrée seront à vérifier au préalable. Attention câble : prévoir une mise en défens complète des zones de plantations (taureaux)	Coût unitaire de l'opération Totem : env. 5 800 € H.T.	Coût de l'opération de génie écologique (fourchette haute) : env. 87000 € H.T.
Suivi insectes saproxylophages à réaliser pendant la veille écologique	Intégré à la veille écologique de l'entomofaune (1 jour/an)	p.m.

5.7.9. Mesure de génie écologique C9 : Plantation d'Argousier dans la zone ICPE hors emprises

Mesure C9 : Plantation d'Argousier dans la zone ICPE hors emprises				Code de la mesure : C9																									
				Lien avec autres mesures : R12																									
E	G	C	A																										
Thématique environnementale			Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit																								
 Objectif de la mesure : Recréer des habitats de reproduction pour le Sphinx de l'Argousier Recréer des habitats de déplacement, d'alimentation pour les chiroptères et les oiseaux																													
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Invertébrés (Sphinx de l'Argousier) Oiseaux, Chiroptères, Amphibiens			 Calendrier de la mesure <table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																		
Contexte : Le projet entraine la destruction de plusieurs bosquets à Argousier sur la zone d'étude impactant en particulier le Sphinx de l'Argousier, mais aussi les oiseaux, les chauves-souris. Les secteurs choisis pour cette mesure sont situés dans le périmètre ICPE, en bordure sud des crassiers, qui ne font pas l'objet du projet Mistral. Le secteur choisi permettra le maintien d'une population locale de Sphinx de l'Argousier. Cette mesure a pour objectif de consolider l'efficacité de la mesure R12 « Transplantation d'Argousiers, plante-hôte du Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>) », en prenant en compte le taux d'échec vraisemblable des transplantations.																													
Méthode : Les plants seront issus de pépinière locale. Préparation des plants issue de pépinière : 1/Plantation de godets forestiers pour la constitution de haie fonctionnelles et d'un boisement compensatoire 200 plants/une superficie de 1 ha																													



Mesure C9 : Plantation d'Argousier dans la zone ICPE hors emprises		Code de la mesure : C9
		Lien avec autres mesures : R12
2/Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation u 3 /Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables 4/Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois u 5/Arrosage 20L/plant/passage • Plant en racine nue ou godets de provenance régionale ○ Si racines nues, chaque plant sera préparé (habillage des racines et pralinage des plants). • Les protections anti-prédateur (gainex climatiques grillagées) seront systématiques.		
 Illustration du matériel de protection des jeunes plants : à droite la dalle de paillage en chanvre et le manchon de protection (filet ou gaine ajourée) En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier		
 Modalités de suivi Un suivi sera a réalisé en accompagnement du chantier puis une fois les arbres plantés sur 20 ans, un suivi annuel pendant 5 ans puis un suivi tous les 5 ans (cf S2). Indicateurs - Absence d'EVEE - Croissance des individus - Densification de la haie		

Localisation de la mesure



Carte 104 : Localisation de la mesure C9 : Plantation d'une haie d'Argousier – Périmètre ICPE MISTRAL



Estimation financière

Plantation de godets forestiers pour la reconstitution d'une haie fonctionnelle
100 plants/ha

Préparation du sol et plantation de godets
forestiers fournitures et plantation

100,00

100 €

Env. 10 000 € HT



Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables	100,00	Env. 20 €	Env. 2 000 € HT
Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois	100,00	Env. 20 €	Env. 2 000 € HT
Arrosage 20L/plant/passage	100,00	Env. 20 €	Env. 2 000 € HT

5.8. Pérennité des mesures de compensation

5.8.1. Mesures C1 à C8

Le GPMM est le propriétaire de ces parcelles. Marcegaglia, via le biais d'un engagement contractuel avec le GPMM, s'engage sur une durée de 30 ans.

La pérennité de cette mesure est donc assurée.

5.8.2. Mesures C9

Marcegaglia dispose de la maîtrise foncière de la parcelle, et s'engage à respecter ses engagements sur une durée minimale de 30 ans.

La pérennité de la mesure est donc assurée.

5.9. Quantification des gains écologiques

- Estimation des surfaces disponibles

Nous disposons de plusieurs zones compensatoires distinctes :

- Environ 114 ha (parcelle étang de l'oiseau) et 4 ha (Bras mort/Relais), à vocation compensatoire pour les zones humides mais sur lesquelles des compensations liées aux espèces peuvent être réalisées, correspondant à des habitats ciblés ouverts de types sansouires et prés salés, mais également à des fourrés bas et des fourrés hauts, en mosaïque,
- 1 hectare dans le site MISTRAL Marcegaglia

- Estimation de l'IZE

Espèces	IZE initiale	IZE finale	Commentaires
Pélodyte ponctué	2	4	-
Couleuvre de Montpellier	2,5	4	
Oedicnème criard	3	4	-
Hérisson d'Europe	1	3	-
Sphinx de l'Argousier	0	3,6	-
Coucou-geai	2,6	4	-
Rollier d'Europe	1	4	-
Murin à oreilles échancrées	1	4	-
Noctule de Leisler	1	4	-

- Valeur du coefficient d'ajustement R, Risque

Le risque est jugé faible. La zone est maîtrisée sur le plan foncier.

Les opérations proposées sont de nature à avoir une efficacité certaine. La valeur correspondante est de 1 pour toutes les espèces.



Cependant, une incertitude est toujours associée au succès des plantations d'arbres.

- Valeur du coefficient d'ajustement T, décalage temporel

Le temps nécessaire à l'atteinte des objectifs de restauration se situe entre 1 et 5 ans pour la plupart des mesures proposées. Le coefficient correspondant est de 1.

Le temps nécessaire à l'atteinte des objectifs de restauration pour la compensation liée à la création de la haie de peupliers se situe entre 20 et 30 ans. Le coefficient correspondant est de 1,25 pour les espèces concernées par cette mesure.

- Valeur du coefficient d'ajustement F, proximité fonctionnelle

Espèces	F	Commentaires
Pélodyte ponctué	1	Les deux parcelles compensatoires sont concernées éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion faible pour cette espèce
Couleuvre de Montpellier	1	La parcelle compensatoire de l'étang de l'oiseau est concernée éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion faible pour cette espèce
Oedicnème criard	1	La parcelle compensatoire de l'étang de l'oiseau est concernée éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion moyenne pour cette espèce
Hérisson d'Europe	1	La parcelle compensatoire de l'étang de l'oiseau est concernée éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion faible pour cette espèce
Sphinx de l'Argousier	1	Compensation sur le site de MISTRAL Marcegaglia
Coucou-geai	1	Les deux parcelles compensatoires sont concernées éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion forte pour cette espèce
Rollier d'Europe	1	Les deux parcelles compensatoires sont concernées éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion forte pour cette espèce
Murin à oreilles échancrées	1	Les deux parcelles compensatoires sont concernées éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion forte pour cette espèce
Noctule de Leisler	1	Les deux parcelles compensatoires sont concernées éloignée de 4 km environ de la zone du projet. Capacité de dispersion forte pour cette espèce

- Calcul des gains écologiques

Espèces	S	R	T	F	IZE initiale	IZE finale	Gain écologique par espèce
Pélodyte ponctué	118	1	1	1	2	4	236
Couleuvre de Montpellier	114	1	1	1	2,5	4	171
Oedicnème criard	114	1	1	1	3	4	114
Hérisson d'Europe	114	1	1	1	1	3	228
Sphinx de l'Argousier	1	1	1,25	1	0	3,6	3
Coucou-geai	118	1	1,25	1	2,6	4	132
Rollier d'Europe	118	1	1,25	1	1	4	283
Murin à oreilles échancrées	118	1	1,25	1	1	4	283



Noctule de Leisler	118	1	1,25	1	1	4	283
--------------------	-----	---	------	---	---	---	-----

Les gains écologiques pour les espèces concernées par le projet varient entre 3 (Sphinx de l'Argousier) et 283 unités (chiroptères, Rollier d'Europe).

5.10. Conclusion sur le respect des exigences de la doctrine ERC

5.10.1. Equivalence écologique des mesures compensatoires

Impacts résiduels			Zone de compensation		Equivalence écologique
Grand type d'habitat	Espèces	Fonction	Mesure compensatoire	Espèces / fonctions	
Tous milieux	Pélodyte ponctué	Reproduction	Pélodyte ponctué	Reproduction	Oui
Tamaris/Arbustifs	Couleuvre de Montpellier	Reproduction	Couleuvre de Montpellier	Reproduction	Oui
Milieux ouverts	Oedicnème criard	Reproduction	Oedicnème criard	Reproduction	Oui
Milieux ouverts	Hérisson d'Europe	Reproduction	Hérisson d'Europe	Reproduction	Oui
Argousier/Arbustifs	Sphinx de l'Argousier	Reproduction	Sphinx de l'Argousier	Reproduction	Oui
Milieux ouverts	Coucou-geai	Reproduction	Coucou-geai	Reproduction	Oui
Milieux ouverts	Rollier d'Europe	Reproduction	Rollier d'Europe	Reproduction	Oui
Milieux arborés	Murin à oreilles échancrées	Reproduction	Murin à oreilles échancrées	Reproduction	Oui
Milieux arborés	Noctule de Leisler	Reproduction	Noctule de Leisler	Reproduction	Oui

5.10.2. Absence de perte nette

Espèce	Pertes écologiques	Gains écologiques	Plus-value écologique	Commentaire
Pélodyte ponctué	117	236	+119	Pertes inférieures aux Gains
Couleuvre de Montpellier	119	171	+52	Pertes inférieures aux Gains
Oedicnème criard	37	114	+77	Pertes inférieures aux Gains
Hérisson d'Europe	31	228	+197	Pertes inférieures aux Gains
Sphinx de l'Argousier	4	3	-1	Pertes légèrement supérieures aux Gains
Coucou-geai	57	132	+75	Pertes inférieures aux Gains
Rollier d'Europe	39	283	+244	Pertes inférieures aux Gains
Murin à oreilles échancrées	32	283	+251	Pertes inférieures aux Gains
Noctule de Leisler	42	283	+241	Pertes inférieures aux Gains



Bilan de la démarche compensatoire :

Les calculs de pertes et de gains sont réfléchis à l'échelle de la totalité de la surface des parcelles compensatoires. En effet, les mesures compensatoires visent à terme à avec une amélioration des habitats et donc des espèces associées à plus large échelle. C'est pourquoi le mode de calcul fait apparaître des gains importants. Toutefois, il n'est pas possible de compartimenter les parcelles par type de milieux étant donné que ces milieux évoluent dans le temps.

Au regard de cette démarche compensatoire, toutes les espèces concernées par le projet font l'objet d'une compensation des impacts jugée satisfaisante.



5.10.3. Récapitulatif des exigences à respecter par les mesures compensatoires

Exigence	Respectée	Commentaire
Equivalence écologique	Oui	Habitats similaires
Absence de perte nette	Oui	-
Proximité fonctionnelle	Oui	Compensations à proximité immédiate, au maximum à 5 km de la zone d'impact, dans le même secteur écologique.
Additionnalité écologique par rapport aux engagements publics et privés	Oui	Oui. Aucun engagement public ou privé n'est engagé sur les parcelles sur ces parcelles compensatoires.
Décalage temporel	Oui	Pour la plupart des mesures
	Non mais...	Pour la mesure liée à la plantation de haies qui ne verra son efficacité escomptée qu'au bout de 10 à 15 ans.
Proportionnalité par rapport aux impacts	Oui	Respectée au travers de la formule de dimensionnement des mesures compensatoires
Faisabilité	Oui	Mesures éprouvées
Efficacité	Oui	Pris en compte au travers d'un coefficient d'ajustement dans le dimensionnement des mesures compensatoires
Risques associés aux incertitudes sur les trajectoires écologiques	Oui	Pris en compte au travers d'un coefficient d'ajustement dans le dimensionnement des mesures compensatoires
Pérennité	Oui	Maîtrise foncière assurée des parcelles compensatoires

En conclusion, le projet respecte très majoritairement les exigences associées à l'application de la séquence ERC avec la mise en œuvre des mesures de réduction R1 à R13 et des mesures compensatoires C1 à C9. Les mesures compensatoires respectent l'ensemble des exigences qui s'imposent pour les espèces ciblées par la dérogation espèces protégées. Elles sont associées à des mesures de suivi long terme (30 ans minimum) afin de procurer du REX et de satisfaire l'exigence de résultats ou la conception de correctifs ad hoc.



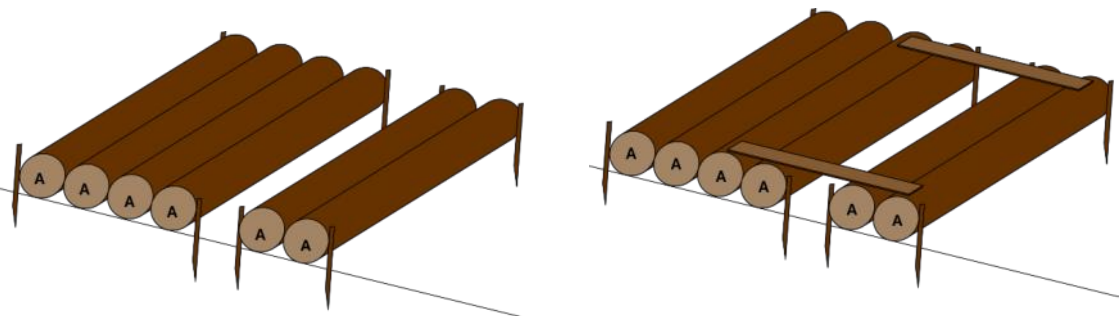
6. MESURE D'ACCOMPAGNEMENT

■ Mesure A1 : Création de gîtes artificiels pour le Hérisson d'Europe

Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune				Code de la mesure : A1																									
				Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3																									
E	R	C	A	C1.1 : Création / renaturation de milieux																									
Thématique environnementale			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit																								
 Objectif de la mesure : Création d'un réseau d'environ 5 gîtes artificiels au sein des zones compensatoires pour favoriser la recolonisation et la reproduction de la population de Hérisson d'Europe utilisant potentiellement la zone d'étude																													
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Mammifères</i> : Hérisson d'Europe (<i>Erinaceus europaeus</i>)			 Calendrier de la mesure : <table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																		
 Localisation de la mesure Parcelle est les gîtes seront intallés dans la parcelle étang de l'oiseau au niveau des zones traitées pour les EVEC et les îlots surélevés conscrvés..																													



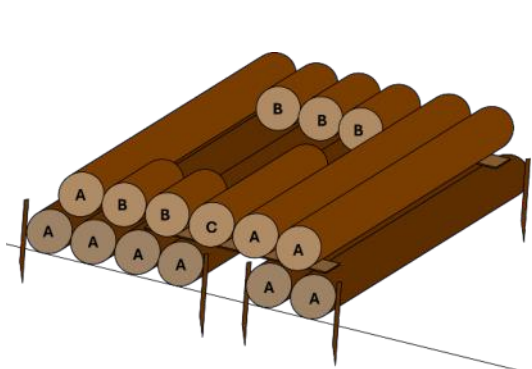


Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune	Code de la mesure : A1
	Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3
- Pour les abris en bûches de bois, valoriser au maximum les matériaux présents dans les emprises - Lorsqu'aucun défrichage n'est prévu sur la zone ou que le défrichage ne fournit pas suffisamment de bois pour la complète réalisation du réseau de gîte, l'achat de bûches de bois de 50cm, type bois de chauffage pourra être nécessaire.	
Dimension et principes d'implantation des abris : ➤ Les gîtes doivent être placés à l'abri du vent et des intempéries ➤ Un gîte standard est constitué d'un sas d'accès et d'une chambre intérieure. La chambre intérieure est assez large de 50 cm de côté et tapissée de matériaux d'isolation naturelle (paille, feuilles mortes, etc.). Cette isolation protégera le hériçon du froid lors de l'hibernation. ➤ Les entrées doivent être d'au moins 15cm de diamètres ou de 15 à 20 cm de large ➤ La démarche optimale consiste à créer plusieurs abris dans les emprises ; les hérissons d'Europe utilisant plusieurs nids de repos et d'hibernation	
Abris en bûches de bois :	
<u>Dimension et quantité des buches :</u>	
Bûche A = 80 cm de long et 15-20cm de diamètre	X 14
Bûche B = 15 cm de long et 15-20cm de diamètres	X 5
Bûche C = 35 cm de long et 15-20cm de diamètres	X 1
Piquet en bois	X 8
Planchette en bois 45cm de long et 5cm de large	X 2
<u>Instruction :</u>	
1) Ratisser le sol pour avoir une surface plane et sans végétation sur 1 à 2 m² et disposer 2 fils de fer d'au moins 3m de long au sol qui permettront de maintenir la structure dans son ensemble une fois terminé. 2) Poser une rangée de 4 bûches A au sol au-dessus des fils, laisser un espace de 15 -20 cm et poser 2 autres bûches A. Plantés des piquets pour maintenir les bûches en place au sol. Les piquets peuvent être faits en utilisant les branches des arbres abattus. 3) Utiliser des 2 planchettes pour relier les deux extrémités des 2 rangés et laisser un espace au centre d'au moins 15 cm qui servira d'entrée à l'abri.	
	
Etape 2	
Etape 3	

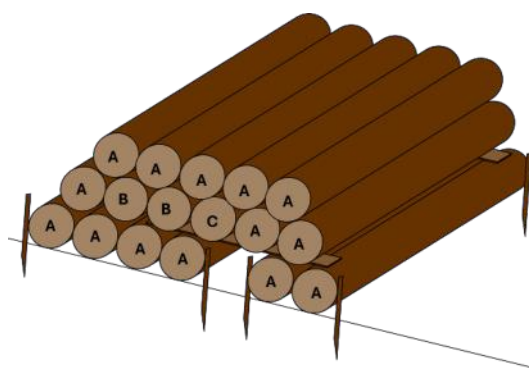


Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune	Code de la mesure : A1
	Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3

- 4) Disposer deux bûches A sur les extrémités des deux rangées, puis disposés 2 rangés de 2 bûches B pour créer la chambre de l'abri. Disposer ensuite la bûche C au niveau de l'entrée puis compléter la ranger avec une bûche A
- 5) La sciure issue des découpes sera utilisée pour former un sol « plat » et isolée à la chambre, comblant les espaces entre les bûches A de la première rangée. De la paille et / ou de l'herbe sèche sera aussi ajouté dans la chambre de l'abri.
- 6) Recouvrir l'ensemble de bûches A pour fermer l'abri et joindre et nouer les fils de fer pour l'enlancer et maintenir ensemble la structure.



Etape 4



Etape 6



Matériel nécessaire :

- Matériaux issus soit des emprises soit achetés auprès d'un forestier
- Râteau
- Marteau
- Fil de fer de clôture



Modalités de suivi :

Suivi de la fréquentation et de l'utilisation des abris à l'aide de piège-photographique et de prospections ciblées.

Objectifs du suivi :

- Evaluer le taux de colonisation des gîtes par l'espèce concernée
- Evaluer le maintien de la population de Hérisson d'Europe concernées par le projet

Estimation financière

Intitulé	Prix à l'unité	Prix total
Visite de terrain préalable pour repérage de l'emplacement des abris d'hibernation (écologue /Mammalogue)	1 000€	1 000€
Accompagnement lors de la création des abris (écologue /mammalogue) : 2 jours	1 000€	2 000€
Création d'une dizaine d'abris par zone compensatoire (2 personnes) = 2 jours	1 000€	2 000€



Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune	Code de la mesure : A1	
	Lien avec d'autres mesures : C1, C2, C3	
Achat petit matériel (planchette et fil)	15€	Env. 300€
Achat de bois (Stère en 50cm)	100 €	Env. 400€
Rédaction de comptes-rendus par les experts intervenus	1 000€/u	2 000€

- **Mesure A2 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social quinquennal à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité nord-est)**

N.B. : Cette mesure est l'intégrateur de tout le programme compensatoire. Elle permet la bonne application de toutes les mesures et actions de gestion conservatoire, génie écologique, visant à accompagner, atténuer et compenser les impacts résiduels du projet dans le long terme (à horizon de 30 ans).

Mesure A1 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social quinquennal à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité au nord-est)				Code de la mesure : A2	
				Lien avec autres mesure : Toutes	
E	R	C	A		
Thématique environnementale :			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit / Lumière
 Objectifs de la mesure : - Intégrer, pour les évaluer dès le démarrage, des actions de gestion sur le site projet (mesures évitement et réduction) et sur les deux parcelles compensatoires - Améliorer l'efficacité des actions de gestion/restauration/entretien à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau (mesure de génie écologique) - Faciliter la coordination scientifique et assurer le retour d'expérience et la valorisation scientifique					
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (Etang de l'Oiseau et du Caban)					
 Contexte : Le GPMM est propriétaire des terrains compensatoires mis à disposition de Marcegaglia pour son processus de compensation. Cela permet d'inscrire les objectifs de gestion des parcelles compensatoire à plus large échelle dans le cadre du PGEN du GPMM (Plan de Gestion du Patrimoine Naturel). Le plan de gestion écologique et social (PGES) quinquennal proposé ici vise à s'emboîter dans la cohérence du PGEN afin de mener une gestion des EVEC pertinentes.					
 Méthode : L'élaboration du plan de gestion suivra les prescriptions du guide méthodologique national sur les plans de gestion. Un travail collaboratif a déjà été entamé avec l'équipe d'HYDRATIS, experts en hydrogéologie et études hydrauliques, afin d'identifier les facteurs limitants de la future gestion à proposer sur les parcelles. Une analyse socio-économique des ayants-droits du secteur de l'oiseau sera entamée dès le démarrage de la mission. - <u>Diagnostic écologique :</u> L'état initial de tous les compartiments a été essentiellement effectué au printemps 2026. Une mise à jour des habitats naturels, (EVEC) sera effectuée avant la mise en place de la mesure C1 (EVEC/Baccharis). Un état initial après la mise en place de l'ensemble des mesures de compensation/accompagnement sera fait.					



Mesure A1 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social quinquennal à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité au nord-est)				Code de la mesure : A2
				Lien avec autres mesure : Toutes
E	R	C	A	
<u>Diagnostic socio-économique :</u> L'ensemble des activités se déroulant sur les parcelles devra être inventorié afin d'avoir une vision globale des usagers et ayants-droits, de leur interaction entre eux et avec le milieu naturel. Une étude hydraulique fine, et une étude du remblai devront aussi être effectuées en amont de la mise en place des mesures. <u>Définition des objectifs de gestion :</u> A partir du croisement des diagnostics écologique et socio-économique initiaux, il sera possible de faire ressortir les principaux objectifs de gestion à court, moyen et long terme en intégrant les besoins de compensation dans le cadre de ce dossier DDEP. <u>Définition des actions de gestion et des modalités de suivi :</u> Les actions de gestion à mettre en place seront déterminées à partir des objectifs et sous-objectifs prédéfinis et un suivi pluriannuel de la réussite des indicateurs de performance des actions engagées sera établi. <u>Validation du Plan de Gestion Environnemental</u> Ce PGES devra être validé par un comité de pilotage rassemblant l'ensemble des usagers, propriétaire des parcelles ainsi que l'opérateur chargé de la mise en œuvre de la compensation et le gestionnaire. - <u>Travail à effectuer :</u> - Constitution d'un comité de pilotage ; - Réalisation des diagnostics et définition des objectifs et des actions de gestion ; - Validation du Plan de Gestion Environnemental ; - Mise en œuvre des actions de gestion. - Suivi des actions et de leur réussite - <u>Calendrier des travaux :</u> La réalisation des inventaires devra intervenir à la bonne période pour chaque compartiment biologique (<i>a minima</i> février à septembre) ;				
 Calendrier de la mesure : Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.				
 Modalités de suivi Un comité de pilotage <i>ad hoc</i> du Plan de gestion quinquennal sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. La composition exacte de ce Comité sera de la responsabilité des acteurs locaux, notamment le propriétaire local GPMM. Il devra toutefois associer des représentants du monde scientifique, de la société civile, des gestionnaires éprouvés des zones humides littorales, et sera co-piloté par les organismes d'état en charge du suivi environnemental des impacts de Marcegaglia.				
 Estimation financière				
Intitulé		Prix à l'unité		Prix total estimatif
Rédaction du plan de gestion écologique et social quinquennal (première édition du PGES qui se déroulera ensuite sur les 5 premières années)		(forfait estimatif sur la base du REX du BET sur des missions similaires)		Budget quinquennal de 100 000 € H.T. estimé



Mesure A1 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social quinquennal à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité au nord-est)				Code de la mesure : A2
				Lien avec autres mesure : Toutes
E	R	C	A	
Suivi des protocoles quinquennaux / actualisations et mises à jour quinquennales				forfait estimatif sur la base du REX du BET sur des missions similaires) Entre 50 et 100 000 € HT par an
Mise en œuvre des suivis des mesures de la sequence ERCAS				Non devisé à ce stade Intégration et déroulé au long court des actions de la séquence ERCAS validée à l'AP dérogatoire p.m.
Préparation des comités (AMO) (5 jours par an)				1 000 € H.T. 5 000 € H.T./an
Co-pilotage des comités (AMO) (1 par an)				1 500 € H.T. 1 500 € H.T./an

Une enveloppe budgétaire sera apportée par Marcegaglia dès le lancement de ce plan de gestion qui s'initiera au démarrage des premières mesures de réduction et d'accompagnement.

L'obligation de moyens devra couvrir l'élaboration complète du plan de gestion écologique sur l'ensemble des deux parcelles compensatoires, étang de l'oiseau et bras mort/Relais, et des mesures d'évitement/réduction/accompagnement amont dans le périmètre ICPE de Marcegaglia. Pour ce faire, des séries d'inventaires de terrain complémentaires seront jalonnées dès la première année pour améliorer la connaissance d'ensemble du domaine à gérer et des interactions à créer avec le reste du complexe Etang de l'Oiseau/Etang du Caban/Secteur Bras mort/Relais.



7. SUIVI ECOLOGIQUE DES MESURES

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation doivent être accompagnées d'un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation destiné à assurer leurs bonnes mises en œuvre et à garantir à terme la réussite des opérations. Cette démarche de veille environnementale met également en application le respect des engagements et des obligations du maître d'ouvrage en amont et au cours de la phase d'exploitation du site. Le suivi a pour objectif de s'assurer que les mesures de compensation soient efficaces durant toute la durée des incidences et qu'elles atteignent les objectifs initialement visés.

Par ailleurs, ces opérations de suivi doivent permettre, compte tenu des résultats obtenus, de faire preuve d'une plus grande réactivité par l'adoption, le cas échéant, de mesures correctives mieux calibrées afin de répondre aux objectifs initiaux de réparation des préjudices.

Le dispositif de suivis et d'évaluation a donc plusieurs objectifs :

- Vérifier la bonne application et conduite des mesures proposées ;
- Vérifier la pertinence et l'efficacité des mesures mises en place ;
- Proposer « en cours de route » des adaptations éventuelles des mesures au cas par cas ;
- Composer avec les changements et les circonstances imprévues (aléas climatiques, incendies, etc.) ;
- Garantir auprès des services de l'Etat et autres acteurs locaux la qualité et le succès des mesures programmées ;
- Réaliser un bilan pour un retour d'expériences et une diffusion restreinte des résultats aux différents acteurs.

7.1. Suivi scientifique des mesures

■ Suivi Sa1 : Veille écologique dans la zone projet de tous les compartiments concernés par le projet

Cette veille permettra de vérifier l'état du site en lien avec la séquence ERCA retenue à l'AP dérogatoire.

Cette veille écologique active sera intégrée au plan de gestion (mesure A2) des mesures de réduction, de compensation et d'accompagnement.

Dimensionnement estimatif : 2 jours pour flore, invertébrés, reptiles, mammifères terrestres et 1 jour + 1 nuit pour oiseaux, 1 nuit pour amphibiens, 2 nuits pour chiroptères)

Les années de suivi sont fixées comme suit : tous les ans les trois 1ères années après les travaux à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30.

■ Suivi Sb1 : Suivi des mesures C1, C2, C3, C5, C6

Ces mesures compensatoires ont été définies pour la restauration des **zones humides**.

Il est délicat en l'état, de proposer un suivi, ne connaissant pas encore les modalités des travaux qui seront réalisés au sein de cette parcelle. Ce suivi vient en plus des actions portées par la mesure A2 présentée précédemment.

La parcelle de sansouïre originelle (non impactée) servira de parcelle témoin, dont la composition en espèces et habitats est recherchée au niveau des parcelles compensatoires.

Objectif : Evaluer le succès des opérations de restaurations écologiques sur les parcelles compensatoires A (mesure CA1) et B (mesures C1 à C6). La végétation et les habitats naturels seront ciblés tout particulièrement.

Nombre de passages et période : 1 session flore et 1 session faune seront réalisées au printemps, afin de pouvoir inventorier les espèces floristiques et faunistiques.

Durée du suivi : à partir de T+1 après la fin des travaux de restauration puis sur les années (T+5, 10, 15, 20, 25 et 30).



Réalisation : 2 placettes témoins de 1 ha seront positionnées au sein de la zone de compensation afin de suivre l'évolution du cortège floristique à long terme et d'y caractériser finement les habitats naturels. Pour les relevés faunistiques, l'ensemble de la parcelle sera concerné.

■ Suivi Sb2 : Suivi des mesures en faveur de la faune C4, C7, C8, C9

Ces mesures ont été définies pour la faune.

Les années de suivi sont fixées comme suit : tous les ans les trois 1ères années après les travaux à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30.

Pour la mesure C4 concernant les oiseaux cavernicoles et les chiroptères arboricole, il est proposé de réaliser des inventaires à partir de N+10, le temps que les peupliers plantés se développent.

Pour le suivi de l'efficacité de la plantation des arbres, Un suivi sera réalisé en accompagnement du chantier puis une fois les arbres plantés sur 30 ans, un suivi annuel pendant 5 ans puis un suivi tous les 5 ans.

Indicateurs :

- Absence d'EVEE
- Croissance des individus
- Densification de la ripisylve

Objectif : Evaluer le succès des opérations de plantation d'une haie de peupliers.

Pour la mesure C7 : Installation de gîtes à chiroptères et de nichoirs à oiseaux.

Oiseaux : Choix de l'emplacement : Un expert ornithologue passera identifier les emplacements les plus favorables à l'installation des nichoirs. Les nichoirs seront installés sur les arbres-totem (mesure C8) et/ou sur pilier au sein de la plantation de Tamaris et de Peupliers (mesure C7).

Période de suivi : 1 passage précoce (vers avril) pour la Huppe fasciée et Pic épeichette et un passage plus tardif pour le Petit-duc scops et le Rollier d'Europe (juin). Les passages de suivi peuvent se faire en même temps que le suivi des espèces à enjeu avérées sur le site. Il est important de vérifier le bon état du dispositif et de voir s'il y a de la prédation ou non. Si tel est le cas, il faudra impérativement mettre en place un système anti-prédation par mesure corrective.

Modalités de suivi : il est important de limiter les visites aux nichoirs installés pour éviter trop de dérangement. Mais il est important de s'assurer du bon fonctionnement du nichoir et de l'absence de prédation, c'est pourquoi seulement deux passages sont prévus.

Vers la fin de la saison de reproduction, généralement entre mi-septembre et mi-octobre, il faudra nettoyer les nichoirs. Ainsi que de vérifier le système de fixation et le bon état du dispositif.

Opération	Hiver	Avril	Mai/Juin	Octobre	Novembre
Choix du l'emplacement et pose des nichoirs entre octobre et février					
Suivi des nichoirs en reproduction (2 passages)					
Nettoyage et vérification des nichoirs					



Chiroptères :

- Période des suivis : A la fin de la période de mise-bas et d'élevage des jeunes et avant l'installation de chauves-souris en hibernation (septembre/octobre), les systèmes de fixation devront être contrôlés. En cas de doute, ces derniers devront être remplacés.

- Modalités de suivi : Ce passage permettra de suivre la fréquentation des gîtes (visualisation avec une lampe torche de la présence de chauves-souris et/ou de guano) et de couper les branches éventuelles dérangeant l'accès.

Pour la mesure C8 : installation d'arbres-totem en faveur de la faune insectivore

Le suivi sera assuré au cours de la veille écologique Sa1 par un expert entomologiste.

Indicateur de suivi : Traces de sciure, macrorestes d'insectes saproxylophages.

Les années de suivi sont fixées comme suit : tous les ans les trois 1ères années après les travaux à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30.

Pour la mesure C9 : Plantation d'Argousier hors emprise

Le suivi sera assuré au cours de la veille écologique Sa1 par un expert entomologiste.

Indicateur de suivi : densification des individus d'Argousier, présence de chenilles de Sphinx de l'Argousier.

Période de suivi : entre mi-juin et début juillet, période d'observation des chenilles de Sphinx de l'Argousier.

Les années de suivi sont fixées comme suit : tous les ans les trois 1ères années après les travaux à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30.



CHIFFRAGE ESTIMATIF ET PROGRAMMATION DES MESURES PROPOSEES

L'engagement du pétitionnaire est avant tout porté sur la mesure, non sur le budget (obligation de résultat). Tous les montants sont présentés ici uniquement à titre indicatif.

Tableau 68. Coûts des mesures proposées

Type de mesure	Intitulé de la mesure	Coût approximatif et durée minimale de la mesure	Période
Réduction	Mesure R1 : Adaptation du calendrier de démarrage des travaux en fonction de la phénologie des espèces (automne)	Intégré au coût global du projet	Avant travaux
	Mesure R2 : Défavorabilisation écologique en faveur de l'herpétofaune et des mammifères terrestres	Intégré au coût global du projet	Avant travaux Pendant travaux
	Mesure R3 : Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux	Cf. AMO générale	Avant travaux Pendant travaux
	Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière	Intégré au coût global du projet	Avant travaux Pendant travaux
	Mesure R5 : Adaptation de la clôture à la présence de la faune	Intégré au coût global du projet	Avant travaux
	Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD	Intégré au coût global du projet	Avant travaux
	Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	Intégré au coût global du projet	Avant travaux
	Mesure R8 : Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique	Intégré au coût global du projet	Toute la vie du projet
	Mesure R9 : Adaptation des pratiques lors du défrichement	Intégré au coût global du projet	Avant travaux
	Mesure R10 : Limitation des emprises travaux	Intégré au coût global du projet	Avant travaux
	Mesure R11 : Gestion écologique des OLD	Cf. AMO générale	Pendant travaux
	Mesure R12 : Plantation de linéaires et petits bosquets à Argousiers	Environ 25 000 €	Entre T+1 et T+5 Suivi sur 30 ans
	Mesure R13 : Dispositif de lutte contre les EVEE	Intégré au coût global du projet	Avant et pendant travaux
Accompagnement de chantier	Mesure AMO1 : mise en défens des secteurs à enjeu écologique notable	Intégré au coût de la mesure AMO2	Avant et pendant travaux
	Mesure AMO2 : audit écologique des travaux : formation et sensibilisation des maîtres d'œuvre à la prise en compte des enjeux écologiques	35 000 € H.T.	Avant, pendant, après travaux
Compensation Zones humides avec additionnalité espèces protégées	Mesure C1 : Traitement du Baccharis (Baccharis halimifolia) et autres EVEE présentes sur les parcelles	265 000 € H.T.	T+1
	Mesure C2 : Suppression partielle du remblai salé	Entre 70 000 et 1 870 000 € HT l'hectare (selon la qualité du remblai et de son recyclage possible ou non-centre de traitement spécialisé etc)	Entre T+1 et T+2 Suivi sur 30 ans



Type de mesure	Intitulé de la mesure	Coût approximatif et durée minimale de la mesure	Période
	Mesure C3 : Conservation d'îlots surélevés	Coût intégré à la mesure C2	Entre T+1 et T+2 Suivi sur 30 ans
	Mesure C4 : Plantation de haie de Tamaris et de Peupliers	Entre 30 000 et 100 000€ H.T.	Entre T+2 et T+5 Suivi sur 30 ans
	Mesure C5 : Restauration hydraulique de la roubine et connexion au réseau d'eau	Non évaluable à ce stade	Entre T+1 et T+2
	Mesure C6 : Creusement de dépressions pour le cortège local d'amphibiens	En partie intégré dans le coût de la mesure C2	Entre T+1 et T+2 Suivi sur 30 ans
Compensation spécifique liée aux espèces protégées	Mesure C7 : Mise en place de gîtes arboricoles favorables aux chiroptères arboricoles (Noctule de Leisler, Pipistrelle de Khul) et de nichoirs pour les oiseaux cavicoles (Rollier d'Europe, Huppe fasciée, Petit-duc scops)	Environ 25 000 €	Entre T+2 et T+5 Suivi sur 30 ans
	Mesure C8 : Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)	87 000 € H.T.	Entre T+1 et T+2
	Mesure C9 : Plantation d'Argousier dans la zone ICPE hors emprises	20 000€ H.T.	Pendant les travaux
Accompagnement	Mesure A1 : Création de gîtes artificiels pour le Hérisson d'Europe	7 700 €)	Entre T+2 et T+5 Suivi sur 30 ans
	Mesure A2 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité nord-est)	~ 100 000 € de budget annuel intégrant la mise en œuvre et le suivi des protocoles, l'encadrement, la phase concertation et le pilotage...	Dès l'autorisation des services instructeurs Toute la vie du projet (durée mini de 30 ans)
Suivis	Suivi Sa1 : Veille écologique dans la zone projet de tous les compartiments concernés par le projet	11 600 € /an Soit 104 400 € sur 30 ans	Dès T+1 Suivi sur 30 ans
	Suivi Sb1 : Suivi des mesures C1 à C3 et C5 à C6	Environ 25-30 000 €	A partir de T+1 Suivi sur 30 ans
	Suivi Sb2 : Suivi de la mesure C4, C7, C8, C9	Environ 40 000 €	Avant, pendant et après le chantier



PARTIE 7 : DEMANDE DE DEROGATION « ESPECES PROTEGEES »



1. DEMANDE DE DEROGATION

1.1. Objet de la demande de dérogation

Un total de 75 espèces protégées dont 7 potentielles a fait l'objet de l'évaluation des impacts dans le cadre du VNEI (cf. partie 3). La démarche d'intégration écologique du projet a globalement permis de limiter les impacts résiduels sur la majeure partie de ces espèces (cf. parties 4 et 5) et notamment le risque de destruction d'individus.

Les espèces soumises à la présente dérogation sont celles qui présentent des valeurs d'impacts résiduels supérieures ou égales à très faibles. Les espèces qui présentent des valeurs d'impacts résiduels nulles n'ont pas été intégrées à la présente demande de dérogation, leurs impacts étant considérés comme non suffisamment caractérisés.

A noter également qu'une espèce de compétences CNPN présente des impacts résiduels jugés très faibles : le Minioptère de Schreibers

Cette espèce n'a donc pas été intégrée à la liste des espèces soumises à la dérogation. En effet, aucune destruction d'individus n'est concernée ici. Cette espèce n'exploite que très ponctuellement la zone du projet, et l'impact sur la perte d'habitats est jugée négligeable au regard de la faible surface représentée par les emprises du projet par rapport à la disponibilité d'habitats favorables au niveau de la ZIP de Fos. Le **Minioptère de Schreibers** est une espèce de haut vol qui exploite quotidiennement un territoire d'alimentation compris entre 40 et 60 km de son gîte, ce qui l'amène à survoler l'ensemble du golfe de Fos. Son territoire quotidien étant très vaste, en comparaison de la zone projet qui est très réduite au regard de la biologie de l'espèce, d'où l'impact résiduel jugé négligeable sur la perte d'habitat.

C'est également le cas de plusieurs autres espèces similaires à impacts résiduels nuls, comme le Molosse de Cestoni, qui présente une écologie proche de celle du Minioptère localement, qui présentera un impact nul. Plusieurs autres espèces d'oiseaux avérées ne sont pas intégrées à la présente demande, comme le héron cendré et le Chevalier guignette. Ces espèces ne nichent pas localement, et ne sont présentes en alimentation qu'au niveau des milieux marins et côtiers, non ou très peu impactés par le projet. Ces espèces, pour lesquelles l'impact résiduel est évalué à nul, ne seront également pas intégrées à la présente demande de dérogation.

➤ Destruction de spécimens d'espèces protégées

Malgré la mise en œuvre de mesures de réduction, notamment les aspects de calendrier de démarrage des travaux, une demande exceptionnelle de destruction d'individus de spécimens d'espèces protégées est donc faite ici et concerne les espèces susceptibles d'être présentes dans les emprises :

- 1 espèce potentielle d'insecte,
- 4 espèces avérées d'amphibiens,
- 3 espèces avérées et 4 espèces potentielles de reptiles,
- 1 espèce avérée et 1 espèce potentielle de mammifères terrestres.

➤ Destruction d'habitats d'espèce de spécimens d'espèces protégées

Les espèces soumises à dérogation bénéficient toutes d'une protection intégrale des individus : adultes, juvéniles, poussins, œufs.

Une demande de destruction d'individus de spécimens d'espèces protégées est donc faite ici et concerne les espèces susceptibles d'être présentes dans les emprises :

- 1 espèce avérée d'insecte,
- 4 espèces avérées d'amphibiens,
- 3 espèces avérées et 4 espèces potentielles de reptiles,



- 62 espèces avérées d'oiseaux dont 34 espèces communes,
- 1 espèce avérée et 1 espèce potentielle de mammifères terrestres,
- 12 espèces avérées et 2 espèces potentielles de chiroptères.

➤ Dérangement intentionnel d'espèce de spécimens d'espèces protégées

Bien que les travaux démarrent en dehors de la période sensible pour la plupart des taxons, ceux-ci vont entraîner une perturbation des individus s'alimentant ou nidifiant dans les alentours des emprises. Une demande de dérangement intentionnel de spécimens d'espèces protégées est donc faite ici et concerne les espèces suivantes :

- 1 espèce potentielle d'insecte,
- 4 espèces avérées d'amphibiens,
- 3 espèces avérées et 4 espèces potentielles de reptiles,
- 62 espèces avérées d'oiseaux dont 34 espèces communes,
- 1 espèce avérée et 1 espèce potentielle de mammifères terrestres,
- 12 espèces avérées et 2 espèces potentielles de chiroptères.

➤ Bilan

Le tableau suivant présente les différents espèces soumises à dérogation et le champ concerné de la dérogation. Les surfaces d'habitats et les effectifs concernés correspondent à ceux des impacts résiduels irréductibles :

Tableau 69. Espèces soumises à la demande de dérogation

Groupe considéré	Espèce	Destruction d'individus	Perturbation intentionnelle d'individus	Demande de destruction et d'altération d'habitat d'espèce
Insectes	Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)	1-10 ind	-	0,7 ha (reproduction) (destruction)
Amphibiens	Pélodyte ponctué (<i>Pelodytes punctatus</i>)	1-2 ind.	15-50 ind.	0,5 ha (reproduction) destruction + 0,2 ha altérés 21,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés
	Grenouille de Pérez / de Graf (<i>Pelophylax perezii/P. kl.grafi</i>)	1-2 ind.	15-50 ind.	0,5 ha (reproduction) destruction + 0,2 ha altérés 21,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés 0,5 ha (reproduction) 21,9 ha (Phase terrestre)
	Crapaud calamite (<i>Epidalea calamita</i>)	1-5 ind.	15-50 ind.	0,5 ha (reproduction) destruction + 0,2 ha altérés 36,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés 0,5 ha (reproduction)
	Rainette méridionale (<i>Hyla meridionalis</i>)	1-2 ind.	1-15 ind.	0,3 ha (reproduction) destruction + 0,1 ha altérés 21,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés 0,3 ha (reproduction) 21,9 ha (Phase terrestre)



Groupe considéré	Espèce	Destruction d'individus	Perturbation intentionnelle d'individus	Demande de destruction et d'altération d'habitat d'espèce
Reptiles	Couleuvre de Montpellier (<i>Malpolon monspessulanum</i>)	1-2 ind.	1-10 ind.	15,7 ha destruction + 4,8 ha altérés
	Couleuvre à échelons (<i>Zamenis scalaris</i>)	1-2 ind.	1-10 ind.	15,7 ha destruction + 4,8 ha altérés
	Couleuvre vipérine (<i>Natrix maura</i>)	1-2 ind.	1-50 ind.	15,7 ha destruction + 4,8 ha altérés
	Lézard des murailles (<i>Podarcis muralis</i>)	1-5 ind.	1-10 ind.	25,5 ha destruction + 7,1 ha altérés
	Couleuvre helvétique (<i>Natrix helvetica</i>)	1-2 ind.	1-10 ind.	16,3 ha destruction + 5 ha altérés
	Tarente de Maurétanie (<i>Tarentola mauritanica</i>)	1-5 ind	1-50 ind	42,3 ha destruction + 12,4 ha altérés
Oiseaux	Rollier d'Europe* (<i>Coracias garrulus</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Busard des roseaux* (<i>Circus aeruginosus</i>)	-	<2 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification (10,3 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (10,2 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Effraie des clochers* (<i>Tyto alba</i>)	-	<10 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (2,7 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,7 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Faucon hobereau* (<i>Falco subbuteo</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha)



Groupe considéré	Espèce	Destruction d'individus	Perturbation intentionnelle d'individus	Demande de destruction et d'altération d'habitat d'espèce
				Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Huîtrier pie* (<i>Haematopus ostralegus</i>)	-	1 couple	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Huppe fasciée* (<i>Upupa epops</i>)	-	2 à 3 couples	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (9,9 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Œdicnème criard* (<i>Burhinus oedicephalus</i>)	-	2 à 3 couples	Destruction d'habitat de nidification (13,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (14,2 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (4 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)	-	1 à 2 couples	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification (1,4 ha) Altération d'habitat de nidification (0,2 ha)
	Bondrée apivore* (<i>Pernis ptilorhynchus</i>)	-	1 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (2 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	-	1 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)



Groupe considéré	Espèce	Destruction d'individus	Perturbation intentionnelle d'individus	Demande de destruction et d'altération d'habitat d'espèce
	Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	-	1 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	-	1 ind.	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification et d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	-	1 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Faucon crécerelle* (<i>Falco tinnunculus</i>)	-	1-2 ind.	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)



Groupe considéré	Espèce	Destruction d'individus	Perturbation intentionnelle d'individus	Demande de destruction et d'altération d'habitat d'espèce
	Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	-	1 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	-	1 à 10 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (16,9 ha) Altération d'habitat d'alimentation (4,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Héron cendré* (<i>Ardea cinerea</i>)		1 ind.	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	-	1 à 10 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (16,9 ha) Altération d'habitat d'alimentation (4,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	-	1 ind.	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	-	1 à 2 couples	Destruction d'habitat de nidification (4,8 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (7,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (3,9 ha) Dérangement d'individus (migration)
	Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	-	1 à 2 couples	Destruction d'habitat de nidification et d'alimentation (5,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (2,6 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	-	1 ind.	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)



Groupe considéré	Espèce	Destruction d'individus	Perturbation intentionnelle d'individus	Demande de destruction et d'altération d'habitat d'espèce
	Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	-	1 couple	Destruction d'habitat de nidification (2 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (7,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (3,9 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
	Cortège des oiseaux nicheurs communs protégés* (34 espèces : Bergeronnette grise, Bondrée apivore, Bouscarle de Cetti, Choucas des tours, Echasse blanche, Fauvette à tête noire, Fauvette mélanocéphale, Gobemouche noir, Goéland leucophaée, Grand Cormoran, Héron garde-bœufs, Martinet noir, Mésange à longue queue, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Moineau domestique, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse, Pic vert, Pie-grièche à tête rousse, Pinson des arbres, Pipit des arbres, Pipit farlouse, Pouillot de Bonelli, Pouillot de Sibérie, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Roitelet huppé, Rossignole philomèle, Rougegorge familier, Rougequeue noir, Sterne hansel, Sterne pierregarin, Troglodyte mignon)	-	1 à 2 ind./esp.	Destruction d'habitat de nidification (27,9 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (12,4 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (8,2 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
Mammifères terrestres	Hérisson d'Europe (<i>Erinaceus europaeus</i>)	1 à 5 individus	1 à 5 individus	12,7 ha d'habitat détruits
	Écureuil roux (<i>Sciurus vulgaris</i>)	1 à 5 individus	1 à 5 individus	9,5 ha d'habitat détruits
Chiroptères	Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte détruits
	Petit/Grand murin * (<i>Myotis blythii/myotis</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré



Groupe considéré	Espèce	Destruction d'individus	Perturbation intentionnelle d'individus	Demande de destruction et d'altération d'habitat d'espèce
	Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
	Murin Cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
	Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
	Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
	Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
	Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	-	Effectif non évaluable	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

➤ Analyse de l'état de conservation des espèces soumises à dérogation

Cette partie va détailler, pour chacune des espèces soumises à la dérogation, qu'après la réalisation du projet, avec sa séquence ERC, ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable des populations des espèces concernées.

Cette analyse est à mettre en parallèle avec les chiffres du tableau précédent qui détaille les surfaces impactées d'habitats d'espèces et le nombre d'individus concernés par la demande de dérogation.



Tableau 70. Analyse de l'état de conservation des espèces soumises à la demande de dérogation

Groupe	Espèce	Analyse de l'état de conservation des populations après mise en œuvre de la séquence ERC
Insectes	Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)	Les mesures R1, R3, R8, R10, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce, qui présente des populations locales très peu denses, voire quasiment disparue dans ce secteur du môle central de Caban Sud. Par ailleurs, la mesure C9 permettra de reconstituer son habitat de reproduction au sein du môle central, où un noyau de population est présent. Ainsi, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable des populations locales de cette espèce potentielle
Amphibiens	Pélodyte ponctué (<i>Pelodytes punctatus</i>)	Les mesures R1, R2, R3, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce, qui exploite principalement les petits points d'eau de la zone industrielle pour sa reproduction. En outre, la mesure C6 sera favorable à la reconquête et donc la reproduction de l'espèce au nord de la route départementale. Au regard des effectifs réduits qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales, largement plus abondantes dans le secteur du Tonkin et marais d'Arcelor.
	Grenouille de Pérez / de Graf (<i>Pelophylax perezii/P. kl. grafi</i>)	Les mesures R1, R2, R3, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce. La mesure compensatoire C6 sera très favorable à cette espèce, qui sera principalement impactée en phase terrestre. Au regard des effectifs réduits qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Crapaud calamite (<i>Epidalea calamita</i>)	Les mesures R1, R2, R3, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce. Au regard de la biologie de l'espèce très opportuniste et des aménagements qui pourront suffire à sa reproduction et au regard des effectifs qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Rainette méridionale (<i>Hyla meridionalis</i>)	Les mesures R1, R2, R3, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce, qui exploite principalement la roubine pour sa reproduction. Seul un enjeu lié à la phase terrestre de cette espèce est concerné ici. Toutefois, au regard des effectifs réduits qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales, largement abondantes.
Reptiles	Couleuvre de Montpellier (<i>Malpolon monspessulanum</i>)	Les mesures R1, R2, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce. De plus, les mesures C1, C2, C3, C5, C6 auront une action sur cette espèce. Au regard des effectifs réduits qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Couleuvre à échelons (<i>Zamenis scalaris</i>)	Cette espèce est potentielle et n'a pas été avérée. Les mesures R1, R2, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce. De plus, les mesures C1, C2, C3, C5, C6 auront une action sur cette espèce. Au regard des effectifs réduits qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Couleuvre vipérine (<i>Natrix maura</i>)	Les mesures R1, R2, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce. De plus, les mesures C1, C2, C3, C5, C6 auront une action sur cette espèce. Au regard des effectifs réduits qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Lézard des murailles	Cette espèce est potentielle et n'a pas été avérée. Les mesures R1, R2, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette



Groupe	Espèce	Analyse de l'état de conservation des populations après mise en œuvre de la séquence ERC
	<i>(Podarcis muralis)</i>	espèce. De plus, les mesures C1, C2, C3, C5, C6 auront une action sur cette espèce. Par ailleurs, l'espèce n'est nullement menacée et présentant potentiellement une population locale importante, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Couleuvre helvétique <i>(Natrix helvetica)</i>	Cette espèce est potentielle et n'a pas été avérée. Les mesures R1, R2, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce. De plus, les mesures C1, C2, C3, C5, C6 auront une action sur cette espèce. Par ailleurs, l'espèce n'est nullement menacée et présentant potentiellement une population locale très faible, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Tarente de Maurétanie <i>(Tarentola mauritanica)</i>	Les mesures R1, R2, R9, R10, R11 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce anthropophile qui est localement non menacée et commune. Au regard des effectifs réduits qui ont été détectés et qui seront donc impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
Oiseaux	Rollier d'Europe* <i>(Coracias garrulus)</i>	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce qui niche potentiellement sur la parcelle et s'y alimente au printemps. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Busard des roseaux* <i>(Circus aeruginosus)</i>	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en alimentation ponctuelle sur la zone. Cette espèce n'exploite la zone qu'en survol ou en alimentation ponctuelle, les habitats étant peu favorables à son alimentation. Au regard des effectifs réduits qui seront impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Coucou geai* <i>(Clamator glandarius)</i>	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Effraie des clochers* <i>(Tyto alba)</i>	Cette espèce n'exploite la zone qu'en alimentation ponctuelle, ne nichant pas dans la zone d'étude mais à proximité. Au regard des effectifs réduits qui seront impactés, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Faucon hobereau* <i>(Falco subbuteo)</i>	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce qui est jugée potentiellement nicheuse et en alimentation sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Huïtrier pie* <i>(Haematopus ostralegus)</i>	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement présent en périphérie de la zone, le long de la Darse n°1. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Huppe fasciée* <i>(Upupa epops)</i>	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Cette espèce ayant des exigences écologiques peu marquées (elle peut se reproduire en zone urbaine et péri-urbaine), le projet ne va pas engendrer de perte significative d'habitat. A terme, la mesure C4, C7 permettront d'augmenter la disponibilité alimentaire. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.



Groupe	Espèce	Analyse de l'état de conservation des populations après mise en œuvre de la séquence ERC
	Œdicnème criard* (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement.
	Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Le projet va engendrer de perte significative d'habitat de nidification limité à quelques arbres favorables et d'alimentation. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Le projet va engendrer de perte significative d'habitat de nidification limité à quelques arbres favorables et d'alimentation. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en passage sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en passage sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en alimentation ponctuelle sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce qui est jugée nicheuse et en alimentation sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Ainsi, sont concernés des impacts liés à une perte d'habitat de nidification et d'alimentation pour un seul couple. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en passage sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce qui est jugée potentiellement nicheuse et en alimentation sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Faucon crécerelle* (<i>Falco tinnunculus</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce qui est jugée potentiellement nicheuse et en alimentation sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en passage sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.



Groupe	Espèce	Analyse de l'état de conservation des populations après mise en œuvre de la séquence ERC
	Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en passage sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en passage sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement présent en périphérie de la zone, le long de la Darse n°1. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Le projet va engendrer de perte significative d'habitat de nidification limité à quelques arbres favorables et d'alimentation. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Le projet va engendrer de perte significative d'habitat de nidification limité à quelques arbres favorables et d'alimentation. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	Les mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13 permettront de réduire les impacts du projet sur cette espèce uniquement en passage sur la zone. Au regard de ces éléments, nous estimons que le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Le projet va engendrer de perte significative d'habitat de nidification et d'alimentation. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.
	Cortège des oiseaux nicheurs communs protégés* (34 espèces : Bergeronnette grise, Bondrée apivore, Bouscarle de Cetti, Choucas des tours, Echasse blanche, Fauvette à tête noire, Fauvette mélanocéphale, Gobemouche noir, Goéland leucophaée, Grand Cormoran, Héron garde-bœufs, Martinet noir, Mésange à longue queue, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Moineau domestique, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse, Pic vert, Pie-grièche à tête rousse, Pinson des arbres, Pipit des arbres, Pipit	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce nicheuse localement. Le projet va engendrer de perte significative d'habitat de nidification et d'alimentation. Au regard de ces éléments, nous estimons que l'impact du projet sera limité sur l'état de conservation favorable des populations locales.



Groupe	Espèce	Analyse de l'état de conservation des populations après mise en œuvre de la séquence ERC
	farlouse, Pouillot de Bonelli, Pouillot de Sibérie, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Roitelet huppé, Rossignole philomèle, Rougegorge familier, Rougequeue noir, Sterne hansel, Sterne pierregarin, Troglodyte mignon)	
Mammifères terrestres	Hérisson d'Europe (<i>Erinaceus europaeus</i>)	Les mesures R1, R2, R3, R4, R5, R6 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce qui n'est jugée que potentielle. Au regard de l'absence de contacts, la population locale doit être réduite, et le projet ne nuira pas au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Écureuil roux (<i>Sciurus vulgaris</i>)	Les mesures R1, R4 et R6 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce qui n'est que peu concernée par le projet, faute d'habitats attractifs.
Chiroptères	Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Les gîtes bâtis potentiels impactés par le projet sont anecdotiques pour son écologie locale, au regard de leur faible appétence. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Les gîtes bâtis potentiels impactés par le projet sont anecdotiques pour son écologie locale, au regard de leur faible appétence. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Petit/Grand murin * (<i>Myotis blythii/myotis</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Les gîtes bâtis potentiels impactés par le projet sont anecdotiques pour son écologie locale, au regard de leur faible appétence. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Murin Cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone



Groupe	Espèce	Analyse de l'état de conservation des populations après mise en œuvre de la séquence ERC
		principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Les gîtes bâtis potentiels impactés par le projet sont anecdotiques pour son écologie locale, au regard de leur faible appétence. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.
	Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	Les mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R11, R12 permettront de réduire notablement les impacts du projet sur cette espèce avérée qui exploite la zone principalement lors de ses transits et pour de l'alimentation. Les gîtes bâtis potentiels impactés par le projet sont anecdotiques pour son écologie locale, au regard de leur faible appétence. Le secteur du projet étant déjà industrialisé, la population locale est probablement faible et la perte d'habitats engendrée par le projet n'est pas de nature à nuire au maintien dans un état de conservation favorable de ses populations locales.

Espèce avérée

Espèce fortement
potentielle

1.2. Raisons impératives d'intérêt public majeur (source : Marcegaglia)

1.2.1. MISTRAL, futur projet d'intérêt national majeur (PINM)

Dans l'objectif d'accélérer l'implantation des projets industriels les plus stratégiques pour la transition écologique ou la souveraineté nationale, la loi Industrie verte a introduit le statut de « Projet d'intérêt national majeur » (PINM) à l'article L.300-6-2 du code de l'urbanisme.

Ce statut permet notamment aux projets en question de bénéficier de mesures d'accélération de certaines procédures préalables à l'implantation lorsque le besoin de recours à ces mécanismes est établi pour le projet.

Au regard d'une part de la puissance demandée (340 MW à l'horizon 2029), et d'autre part des autres projets industriels actuellement portés dans la zone, il est apparu nécessaire de procéder à une priorisation entre les différentes demandes de raccordement et d'augmentation de puissance reçues par RTE sur le secteur du port.

A ce titre, la préfecture des Bouches-du-Rhône a validé la qualification par décret n°2024-957 du 25 octobre 2024 du projet industriel Marcegaglia de projet d'intérêt national majeur (PINM), au sens de l'article L. 300-6-2 du code de l'urbanisme.

Cela permet à l'autorité préfectorale, d'intégrer le projet industriel au processus de priorisation des raccordements électriques, conformément à l'article 28 de la loi n° 2023- 175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables, avec pour objectif de correspondre au calendrier prévisionnel de l'augmentation des besoins électriques.



1.3. Absence de solutions alternatives d'implantation (source : Marcegaglia)

1.3.1. Justification du projet

■ Les choix et raisons du projet

Le Groupe Marcegaglia porte depuis toujours une vision pionnière pour la sidérurgie et la filière de production d'acier. Il souhaite aller plus loin dans sa démarche d'économie circulaire et de réduction des émissions de carbone.

Ainsi, Marcegaglia porte un projet de pérennisation et d'extension du site :

Pérenniser l'activité historique de production d'aciers spéciaux longs à hauteur d'environ 150 kt pour une capacité de production de l'aciérie actuelle de 350 kt par an ; cette pérennisation se base sur un travail de maintenance et de remise au standard des équipements existants. Dans cette mesure, cet axe sera peu évoqué dans le reste du document.

Construire une nouvelle aciérie pour produire 2,0 Mt de brames d'acier plat à base d'une technologie décarbonée, à savoir un four électrique et un ensemble de métallurgie secondaire et coulée continue de brames épaisses de la dernière génération ; il s'agit de la partie « élaboration » du projet Mistral.

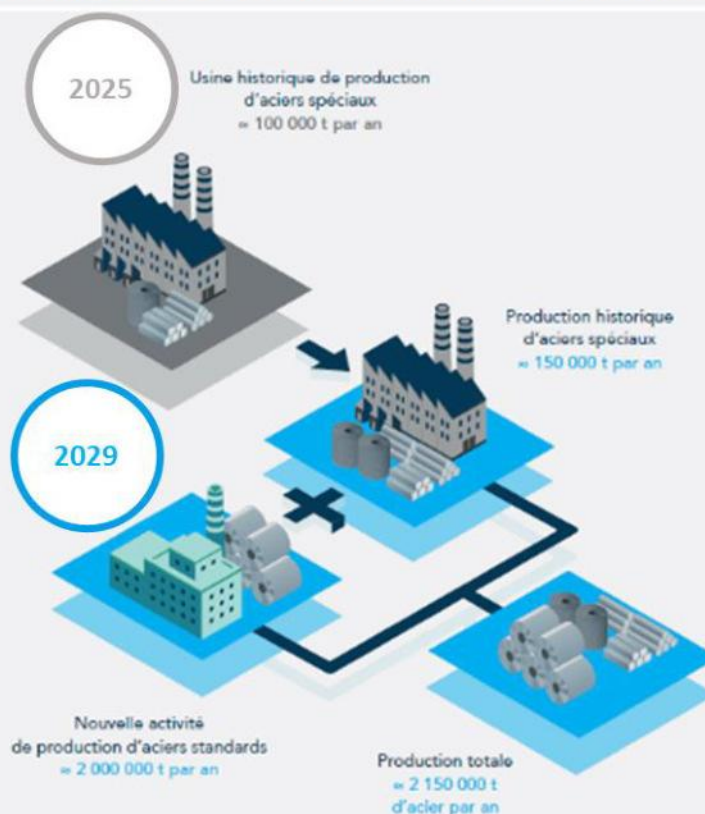
Construire un train de laminage à chaud pour produire 2,0 Mt de bobines d'acier plat avec une capacité de 2,7 Mt, (fonctionnement avec 2 fours de réchauffage des brames) ; il s'agit de la partie « laminage » du projet Mistral. Le Train de laminage à chaud bénéficiera lui-aussi, à l'instar de l'aciérie, des meilleures technologies actuelles, notamment sur l'aspect énergétique et environnemental.

Adapter la logistique des flux d'entrée des matières premières et de sortie des produits finis en lien avec les équipements du GPMM (Grand Port Maritime de Marseille), du terminal vrac (HES) et de SNCF réseaux. Ceci correspond à la logistique des produits (matières premières, produits de sortie, co-produits, matériel industriel et de maintenance) au sein de l'usine, et à l'articulation avec la communication des matières avec le port.

Cette unité de production de grande capacité ferait partie des toutes premières de ce type en Europe et permettrait de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 80 % par rapport à une production en cycle complet.



LA PRODUCTION DU SITE AVANT ET APRÈS LE PROJET MISTRAL



L'acquisition de l'aciérie de Fos-sur-Mer s'inscrit dans la stratégie globale du Groupe Marcegaglia :

Intégrer et protéger ses approvisionnements de bobines d'acier plat standard et d'acier inoxydable dans un contexte d'une part, de démondialisation (notamment avec l'Asie du Sud-Est), et d'autre part, de diminution de l'offre d'acier primaire décarboné en Europe chez les fournisseurs de Marcegaglia. Cette intégration vers l'amont de la filière, outre l'intérêt stratégique, revêt aussi l'intérêt économique de l'intégration de la chaîne de valeur amont.

Disposer pour cette capacité, d'une filière décarbonée en ce qui concerne l'élaboration d'acier, les achats extérieurs de bobines d'acier plat par Marcegaglia faisant très essentiellement appel à la filière des hauts-fourneaux. L'implantation du four électrique notamment, dans un pays où l'électricité est déjà générée par des processus peu émetteurs de carbone et de pollutions (électro-nucléaire, hydro-électrique, renouvelables), permettra des niveaux d'émissions remarquablement bas dans le monde de la sidérurgie mondiale. La localisation de la production et son implantation adaptée à l'usage d'une logistique peu génératrice de gaz à effet de serre permettront aussi un niveau exceptionnellement bas de l'impact logistique sur le climat et l'environnement.

Améliorer ses performances de service pour ses clients finaux. Cet aspect est fondamental pour le Groupe Marcegaglia, très tourné traditionnellement vers le client final, et est la condition sine qua non du maintien en Europe de l'Ouest d'une sidérurgie plus vertueuse.



Le Groupe Marcegaglia a choisi le site de Fos-sur-Mer pour les raisons suivantes :

Site qui produit depuis 1973 de l'acier décarboné au travers de son aciérie électrique ; le four électrique de Fos a atteint des niveaux de CO₂ particulièrement bas, et record dans la sidérurgie mondiale,

Approvisionnement en énergie électrique décarbonée pérenne, de qualité et économique en France ;

Personnel qualifié et compétent au sein de l'entreprise ; il s'agit pour la sidérurgie, activité d'industrie lourde, d'une garantie de démarrage et d'exploitation en sécurité et en sûreté,

Site historiquement en économie circulaire par sa capacité à recycler les ferrailles ;

Emplacement stratégique sur la zone industrialo-portuaire Fos / Marseille ; bénéficiant de réseaux logistiques et portuaires, avec une proximité géographique avec le port de Ravenne (usine Marcegaglia qui sera le débouché principal de Marcegaglia Fos), ainsi qu'avec les sites de San Giorgia di Nogaro et de Gazoldo.

Cet investissement répond à l'objectif de décarbonation du Groupe en remplaçant l'achat externe de bobines d'acier plat standard dont la production est très carbonée (filières haut-fourneaux) par la production interne de bobines issues de la filière électrique bas carbone.

Le Projet Mistral envisage la création d'une des premières unités de production d'aciers standards de cette capacité, ne dépendant pas de la réduction et de la fusion par le charbon de minerai dans des hauts fourneaux. L'objectif est ainsi d'émettre environ 5 fois moins de CO₂ par tonne d'acier produite, notamment grâce au remplacement du charbon sidérurgique par l'utilisation de l'électricité.

Cette démarche innovante répond aux enjeux clés de transition énergétique du secteur de la sidérurgie, de renforcement de la souveraineté industrielle française et européenne. Cet investissement constitue un signal fort pour l'avenir de la filière qui connaît un contexte économique difficile en Europe.

Le projet Mistral s'inscrit également dans une dynamique locale : en choisissant de reprendre un site avec une aciérie déjà en activité au sein de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, Marcegaglia souhaite s'intégrer pleinement dans la démarche de réindustrialisation et de transition du territoire. La création de plusieurs centaines d'emplois diversifiés (c'est-à-dire d'emplois très qualifiés à des emplois nécessitant très peu de qualification), y compris pour la phase de chantier et pour le développement des activités du site de façon pérenne, contribuerait très notablement à l'économie locale. De plus, une usine primaire sidérurgique, comme on peut le voir en Europe et ailleurs, contribue de manière majeure à l'économie tant locale que nationale : localement par le développement de sous-traitants, en particulier de maintenance mais aussi d'exploitation, puis par les nombreux emplois tertiaires ou de service induits, mais aussi nationalement car permettant la production relocalisée d'acier, le matériau de base de nos économies depuis le XIX^{ème} siècle.

Cela se traduit par la pérennisation et le développement de l'activité historique du site, déjà basée sur un procédé associant électrification et recyclage de la ferraille, et permettant d'accéder à des qualités extrêmement pures d'aciers. Mais également par l'étude de synergies fortes avec l'écosystème local dans le cadre du développement de la zone du Môle Central.

■ Croissance et stratégie de développement du groupe Marcegaglia

Les investissements de Marcegaglia sur le site de Fos-sur-Mer s'inscrivent pleinement dans la stratégie du groupe d'aller plus loin dans la décarbonation globale de ses activités et d'avoir la maîtrise stratégique, localisée en Europe, de ses approvisionnements.



L'objectif consiste aussi à intégrer, au sein du groupe, toute la chaîne de valeur, tout en contrôlant mieux son service aux clients. En effet, le Groupe Marcegaglia est déjà fortement présent dans la transformation de produits semi-finis d'aciers standards.

Le projet Mistral lui permettrait également de se positionner sur le processus amont, c'est-à-dire la production d'aciers standards par une filière électrique à partir de recyclage de ferrailles.

L'acquisition de l'aciérie de Fos-sur-Mer s'inscrit dans la stratégie globale du Groupe, visant à intégrer l'ensemble de la chaîne de valeur dans sa production. La réalisation du projet Mistral permettrait à Marcegaglia de ne plus dépendre de fournisseurs en aciers standards fabriqués à partir d'énergie fossile.

LA CHAÎNE DE VALEUR DE L'ACIER



Marcegaglia achète aujourd'hui l'équivalent de 6,5 millions de tonnes par an d'aciers standards auprès de fournisseurs mondiaux dont le mode de production par la filière des hauts fourneaux représente en moyenne 2,1 tonnes de CO₂ par tonne d'acier produite.

Grâce au projet Mistral, Marcegaglia serait en mesure de produire ses propres aciers standards de façon décarbonée à Fos-sur-Mer, à hauteur de 2 millions de tonnes par an afin d'approvisionner ses usines de transformation situées principalement à Ravenne, San Giorgio Di Nogaro et Gazoldo degli Ippoliti en Italie.

Le groupe maîtriserait ainsi toute sa chaîne de valeur et pourrait également réduire ses coûts. En effet, la production d'aciers standards primaires depuis la mine jusqu'à la coulée de l'acier puis le laminage à chaud, correspond à l'essentiel des coûts de la filière.

À l'inverse, le recyclage de l'acier dans un four à arc électrique permet de contrôler son coût sur la filière amont, donc sur l'essentiel de la chaîne de valeur.

A partir de 2026, une diminution progressive des quotas gratuits de carbone alloués au secteur sidérurgique est prévue, jusqu'à une suppression complète en 2030. Mécaniquement, les émissions de CO₂ auront donc un fort impact sur le coût de revient de l'acier, rendant potentiellement caduque une partie de la production des hauts-fourneaux européens, et donc la disponibilité d'acier plat primaire.

La mise en place du C-BAM (mécanisme d'ajustement carbone aux frontières) va aussi renchérir les coûts d'import de l'acier plat non-Européens. Il importe à Marcegaglia, outre son positionnement vers la décarbonation, de maîtriser aussi ses coûts.

Enfin, très stratégiquement, on constate depuis plusieurs années à un contexte de « démondialisation » qui s'accélère, mettant en péril les chaînes logistiques longues. Cette mise en péril représente un facteur stratégique de risque pour le modèle, jusqu'à présent de Marcegaglia.

Le lancement, dès à présent, de projets permettant d'assurer la production d'acier décarbonée et compétitive permet de limiter le risque d'un phénomène de "fuite de carbone", c'est-à-dire de délocalisation des sites de production en dehors de l'Europe.

Ces enjeux font partie des raisons pour lesquelles Marcegaglia souhaite développer sa nouvelle unité électrifiée de production d'aciers standards en France : le mix électrique français est particulièrement décarboné grâce à sa part de nucléaire. La source de l'électricité utilisée entre donc dans le calcul du bilan carbone de la production. Ainsi, sur le site actuel et historique, l'acier produit par le four électrique atteint le record de 0.17 T CO₂ par tonne d'acier. La



performance énergétique encore meilleure d'un four de nouvelle génération (chargement continu des ferrailles, réchauffage de celles-ci par épuisement des fumées du four), et de l'ensemble non seulement de l'aciérie mais aussi du laminoir à chaud (fours de réchauffage flexibles « digitaux », train compact, enrouleuse d'ébauche de type « coil-box ») laissent espérer des chiffres encore meilleurs.

Contribuer à la réindustrialisation et à la transition de la zone industrielle de Fos-sur-Mer

Marcegaglia souhaite participer pleinement à la dynamique de transition de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer en proposant :

La pérennisation et le développement d'une activité industrielle électrifiée et bas-carbone, avec une augmentation significative de la production sur le site, qui remplacera l'import extra-européen de bobines d'acier produites via un process très carboné ;

Une approche d'économie circulaire s'inscrivant dans l'écosystème du Port via l'acheminement par voies ferroviaires et maritimes des ferrailles entrantes et en sortie, des bobines produites ;

Des synergies avec d'autres projets industriels voisins, telles que l'utilisation des pré-réduits produits par GravitHy pour maîtriser la qualité métallurgique des aciers dès la fusion de la ferraille ainsi que la captation et la valorisation par NEOCARB du CO₂ produit par MARCEGAGLIA au niveau des fours de réchauffage des brames.

De plus, un protocole d'accord a été signé entre les trois entreprises le 4 février 2026 pour développer les synergies industrielles sur les axes stratégiques suivants :

Logistique mutualisée, notamment la logistique ferroviaire (qui représentera la quasi-totalité des entrées-sorties de matières premières et produits dans le cas de Marcegaglia) ;

■ Economie circulaire et valorisation des flux industriels ;

Services mutualisés de plateforme (sécurité, sûreté et lutte contre l'incendie, gardiennage, restauration inter-entreprise,);

Coordination réglementaire et environnementale, afin de développer un ensemble harmonieux notamment sur le plan du respect et de la minimisation de l'impact sur l'écosystème.

le développement d'emplois industriels et qualifiés, pour les opérations et d'ores et déjà à l'étape de la construction, ce qui implique des formations correspondantes dans l'écosystème local.

1.3.2. Choix de l'emprise

■ Les atouts du site

Le site offre des atouts majeurs qui répondent aux besoins du Groupe Marcegaglia :

L'emprise foncière est déjà située dans un environnement industriel, permettant de limiter les impacts environnementaux et les nuisances du projet vis-à-vis d'autres activités humaines,

La présence d'une usine existante de production d'aciers spéciaux à partir d'un procédé déjà basé sur l'électricité et le recyclage de ferrailles permet de faciliter le développement d'une nouvelle unité pour la production d'aciers standards, avec une mutualisation de certains équipements et une réduction des coûts.

De plus, l'usine emploie déjà des équipes compétentes dont le savoir-faire pourra être un atout pour la réalisation du projet : la sidérurgie s'avère historiquement une activité dangereuse (gaz sidérurgique pour la filière hauts-fourneaux – convertisseur), métal liquide (à la fois pour la filière hauts-fourneaux et la filière four à arc électrique), machines gigantesques fortement automatisées. Démarrer avec une partie du personnel déjà bien expérimenté sur ces plans s'avère un gage de sécurité.

Le Grand Port de Marseille bénéficie d'une situation stratégique en termes de matières premières et de logistique, à la fois sur le plan des infrastructures mais aussi de la géographie (proximité géographique avec les usines avales en Italie, mais aussi avec beaucoup de flux de ferrailles),

Plusieurs opportunités de synergies ont d'ores et déjà été identifiées avec d'autres projets en développement.



Synergie possible avec les autres projets industriels du bassin de Fos-Berre

Afin de s'insérer pleinement dans les enjeux de développement et transition du territoire, Marcegaglia échange avec plusieurs acteurs pour étudier les différentes synergies possibles :

Le Grand Port Maritime de Marseille pour la gestion des flux, l'acheminement des produits finis et des matières premières par voie ferroviaire et maritime. Afin d'acheminer les ferrailles par voies maritime et ferroviaire, Marcegaglia est en discussion avec le Grand Port Maritime de Marseille pour des aménagements permettant d'utiliser les voies ferrées actuelles ou d'en créer des nouvelles reliant le site du projet au terminal minéralier de la Darse 1. Cela permettrait de redonner une activité à ce terminal.

Gravithy pour s'approvisionner en pré-réduits bas-carbone (Green DRI), qui sera située sur la parcelle voisine du projet Mistral, au sud. Gravithy se positionne en effet sur la fabrication de fer pré-réduit à base d'hydrogène vert (Green DRI - Direct Reduced Iron). Ces produits permettraient à Marcegaglia de maîtriser la qualité métallurgique de ses aciers dès la fusion de la ferraille.

NeoCarb d'Elyse Energy pour capter et valoriser le CO2 produit par MARCEGAGLIA au niveau des fours de réchauffage des brames.

Dans le présent dossier d'autorisation environnementale, la réflexion sur les synergies possibles avec les sociétés Gravithy et NeoCarb n'est pas suffisamment mature pour pouvoir être mise en œuvre au démarrage du projet. La phase d'avancement des deux projets aussi ne permet pas d'aller plus loin dans la réflexion. L'étude de ces synergies se poursuit pour permettre une mise en œuvre fonctionnelle à moyen terme, peu après le démarrage de Mistral et sa stabilisation.

À noter toutefois que la réalisation du projet Mistral n'est pas conditionnée à celle des projets Gravithy et NeoCarb.

LES SYNERGIES DU PROJET MISTRAL



1.3.3. Objectifs attendus du projet Mistral

■ Economique

Le projet Mistral prévoit de pérenniser l'outil de production historique, et créer une nouvelle unité de production innovante permettant de produire des aciers standards bas-carbone.

Cet investissement répond à l'objectif de décarbonation du Groupe en remplaçant l'achat externe de bobines d'acier plat standard dont la production est très carbonée (filères haut-fourneaux) par la production interne de bobines issues de la filière électrique bas carbone.

L'acquisition de l'aciérie de Fos-sur-Mer s'inscrit dans la stratégie globale du Groupe, visant à intégrer l'ensemble de la chaîne de valeur dans sa production. La réalisation du projet Mistral permettrait à Marcegaglia de ne plus dépendre de fournisseurs en aciers standards fabriqués à partir d'énergie fossile.

Souveraineté industrielle française et européenne



Le projet Mistral répond aussi à un enjeu plus large de souveraineté industrielle française et européenne. Les différents aciers produits constituent un matériau indispensable à la défense, l'énergie, l'automobile, l'électroménager, la construction et la fabrication de certains emballages.

Or l'Europe depuis plus de dix ans a vu décliner sa capacité de production au profit de pays où l'acier est fabriqué avec un coût carbone beaucoup plus élevé. En produisant sur le territoire national un acier bas-carbone, compétitif et conforme aux nouvelles normes européennes, le projet Mistral contribue à sécuriser des approvisionnements critiques, à réduire l'exposition aux aléas internationaux et à empêcher l'exposition aux aléas internationaux, à empêcher la délocalisation de maillons entiers de la chaîne de valeur, tout en s'inscrivant dans une logique de sobriété et de décarbonation de l'ensemble du Groupe Marcegaglia.

Sobriété et économie circulaire

Le projet Mistral a été conçu selon une logique d'économie circulaire et en intégrant de nombreuses mesures de sobriété par rapport à la filière sidérurgique conventionnelle.

1) Contrairement à la filière des hauts fourneaux, le procédé utilisé par Marcegaglia Fos-sur-Mer (actuel et futur) repose exclusivement sur le recyclage de ferrailles fondues dans un four électrique, sans extraction de minerai. Ce choix permet d'éviter la consommation d'une ressource non renouvelable et de donner une seconde vie aux ferrailles dans une logique d'économie circulaire.

2) Marcegaglia génère également des déchets issus de son processus industriel, considérés comme des co-produits pouvant être revalorisés comme matières premières secondaires pour d'autres industries.

L'objectif est de développer les potentiels de revalorisation de ces ressources dans la mesure du possible.

Les laitiers peuvent être employés comme granulats pour des sous-bassement routiers ou de parkings. Leur valorisation est toutefois limitée à l'échelle régionale en raison de la concurrence des carrières.

D'autres débouchés sont en cours d'étude. Marcegaglia travaille avec plusieurs acteurs du génie civil et des travaux publics pour développer ces usages.

Les meulures sont produites en quantité trop limitée pour alimenter régulièrement les filières cimentières ou métallurgiques. Des campagnes ponctuelles de valorisation sont réalisées.

Les battitures sont revalorisées auprès de métallurgistes pour la fabrication de ferro-alliages et auprès de cimentiers et bétonniers, notamment pour la production de lestes destinés aux machines agricoles.

Les réfractaires sont en partie revalorisés dans la filière de production des réfractaires et auprès de cimentiers, du fait de leur teneur en alumine supérieure à 60 pour cent. Les réfractaires non valorisables sont stockés sur site, dans l'attente de nouvelles filières actuellement étudiées.

3) Dans une optique de mutualisation des coûts et de ressources et de recherche de mesure de sobriété à l'échelle des projets industriels du territoire, Marcegaglia étudie diverses synergies avec plusieurs acteurs :

le Grand Port Maritime de Marseille pour la gestion des flux, l'acheminement ferroviaire et maritime des matières premières et des produits finis

GravityHy pour l'approvisionnement en pré-réduits bas-carbone

NeoCarb d'Elyse Energy pour la valorisation de la vapeur produite et l'amélioration du dégazage sous vide

Réduction des émissions de gaz à effet de serre

La production d'acier émet en France environ 20 millions de tonnes de CO₂ par an, soit environ 22 % des émissions annuelles de GES de l'industrie française² et 5 % des émissions tous secteurs confondus en France. La plus grande



part est due à la production primaire, à partir de minerai réduit et fondu dans des hauts fourneaux, alimentés avec du charbon. Le remplacement des hauts fourneaux par des fours à arc électrique constitue un des leviers majeurs de décarbonation du secteur identifié par l'ADEME et les spécialistes de la sidérurgie.

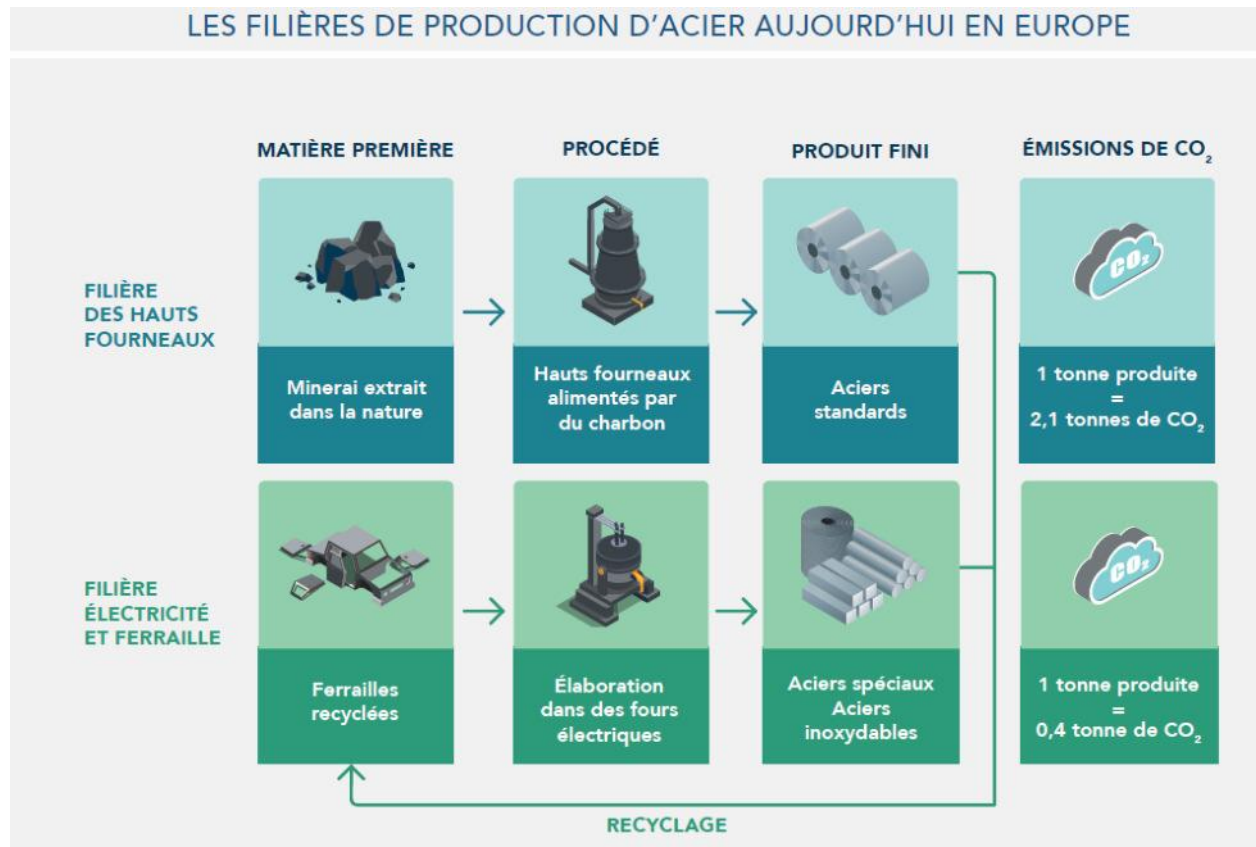
Deux types d'aciers sont aujourd'hui déjà produits de façon électrifiée à partir du recyclage de ferraille et représentent environ 1/3 de la production totale d'acier en France :

Les aciers spéciaux, composés de fer, de carbone et d'une forte part de ferroalliages, qui constituent des matériaux plus sophistiqués et à forte valeur ajoutée pour fournir des secteurs tels que l'automobile (pièces mécaniques), l'énergie ou la défense. C'est ce type d'acier que produit déjà actuellement le site Marcegaglia Fos-sur-Mer.

Les aciers inoxydables, composés de fer, très peu chargés en carbone mais avec une part très significative de chrome et de nickel, qui ont la particularité d'être résistants à l'oxydation (rouille). Ils sont utilisés pour l'industrie (canalisations, bacs dans des milieux ou pour de produits corrosifs), pour le grand public (pièces thermiques dans l'automobile, ustensiles).

Le mode de production de ces aciers permet de limiter nettement les émissions de carbone : ainsi en Europe, 1 tonne d'aciers spéciaux ou inoxydables produite représente 0,4 tonnes de CO₂ en moyenne à l'échelle européenne.

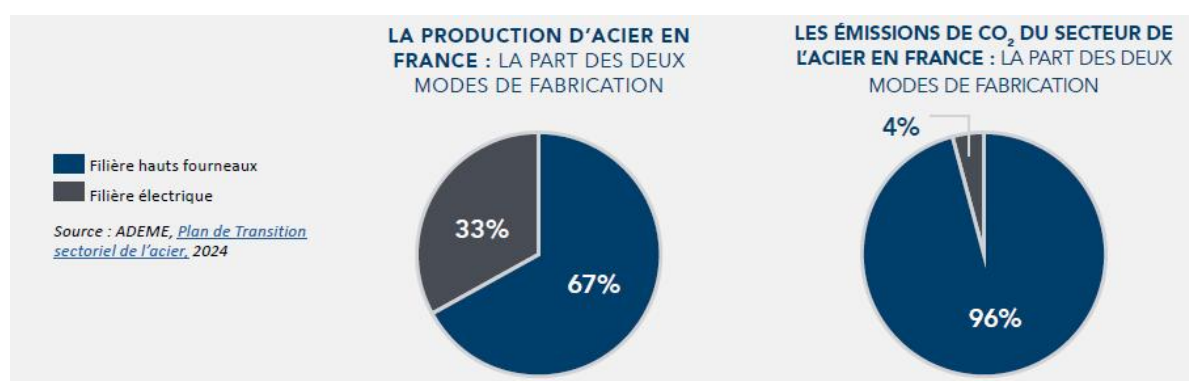
En revanche, il n'existe aujourd'hui encore aucune usine européenne proposant une aussi grande capacité de production d'aciers standards à partir d'électricité et de ferraille, alors que ce type d'acier représente les 2/3 de la production d'acier en France et en Europe.





Les aciers standards (appelés aussi aciers au carbone) sont composés principalement de fer et d'un faible pourcentage de carbone, ainsi que d'une quantité très faible de métaux d'alliage (manganèse, aluminium, titane, niobium, chrome, nickel, vanadium, bore, etc).

Une grande part est produite sous forme de produits plats (tôle), en bobines. Ces bobines peuvent ensuite être transformées, décapées, laminées à froid, revêtues pour produire des pièces automobiles, des produits pour l'électroménager, des produits pour la construction (gaines d'isolation pour des climatiseurs, glissières de faux-plafond, barres d'échafaudages, façades métalliques), des produits pour l'emballage (boîtes de conserve, canettes acier...). Le mode de production de cet acier n'est pas soutenable à long-terme car il repose sur l'utilisation de minerai, une ressource naturelle non renouvelable, issue en générale de mines à ciel ouvert (environ 75%), et de charbon, une énergie fossile, et plus précisément le charbon cokéfiant, issu à plus de 90% de mines souterraines à grande profondeur, bien connues pour leur effet dévastateur à long terme sur l'environnement et pour leur extrême dangerosité pour les mineurs. Une tonne d'aciers standards produite en Europe représente en moyenne 2,1 tonnes de CO₂, soit environ 5 fois plus que les aciers spéciaux et inoxydables.



Le projet Mistral prévoit donc la création d'une unité de production d'aciers standards ne dépendant pas de la réduction par le charbon de minerai dans des hauts fourneaux.

L'acquisition de l'aciérie de Fos-sur-Mer s'inscrit dans une stratégie globale du Groupe, visant à maîtriser toute la chaîne de valeur de sa production d'acier, en réduisant ainsi ses coûts et son empreinte carbone. La réalisation du projet Mistral permettrait à Marcegaglia de ne plus dépendre de fournisseurs en aciers standards fabriqués à partir d'énergie fossile, très majoritairement en Asie (ce qui implique aussi une logistique fortement génératrice de CO₂).

Le projet Mistral permettrait donc à la fois de :

Pérenniser et développer l'activité existante de production d'aciers spéciaux, en passant la production de 100 000 à 150 000 tonnes par an pour une capacité actuelle de l'aciérie de 350 000 tonnes par an ;

Créer une nouvelle unité de production innovante permettant de produire des aciers standards de façon électrifiée. Cette unité ferait partie des toutes premières de ce type en Europe.

La production prévisionnelle de bobines d'aciers plat décarbonés sera de 2.000.000 t/an à horizon 2029, pour une capacité des installations de 2.700.000 t/an (environ 2 millions de tonnes pour l'aciérie et 2.7 millions de tonnes pour le laminage à chaud en produits plats, bobines appelées aussi « coils »).

Marcegaglia souhaite ainsi aller plus loin dans la décarbonation de ses activités en maîtrisant toute la chaîne de valeur de sa production. Le choix de développer ce type d'unité en France permettrait à l'entreprise de consommer une électricité produite avec l'un des mix énergétiques les plus bas-carbone d'Europe et donc de réduire ses émissions de CO₂ indirectes liées à la consommation d'énergie. En effet, si la moyenne européenne pour la production d'aciers spéciaux est aujourd'hui d'environ 0,4 t de CO₂ par tonne d'acier produite, l'activité de l'usine de Marcegaglia à Fos-sur-Mer est nettement moins émissive grâce à l'utilisation d'une électricité bas-carbone.



L'usine produit actuellement plutôt un acier équivalent à 0,17 t de CO₂ par tonne produite et Marcegaglia envisage pour la future tranche « Mistral » des chiffres encore inférieurs.

La réalisation du projet à Fos-sur-Mer permettrait donc au total de réduire les émissions de gaz à effet de serre de plus de 80 % par rapport à une production avec la filière hauts fourneaux.

Pérennisation du site, de l'emploi local et de la production d'acier en France

Des travaux dans l'aciérie historique doivent permettre de fiabiliser les équipements existants pour pérenniser l'activité de l'usine historique.

Cette pérennisation permet de renforcer la souveraineté nationale car l'usine est aujourd'hui la seule sur le sol français à produire des pièces de roulement essentielles dans l'industrie automobile, ainsi que certaines pièces stratégiques pour l'industrie de défense. La Direction générale de l'armement considère ainsi le site comme un fournisseur stratégique pour certaines productions.

Mais surtout, elle permettrait de relocaliser en Europe et en France de la production d'acier plat (très utilisé pour les biens d'équipements, comme on l'a vu), ce qui est un facteur majeur de souveraineté industrielle mais aussi de réduction de l'impact environnemental de la sidérurgie (de la filière haut-fourneau-convertisseur, très majoritairement pour le plat, dont on connaît non seulement le bilan « climat » via les émissions de CO₂ mais aussi le bilan environnemental général via les émissions du reste de l'écosystème Hauts-fourneaux – cokeries, agglomérations).

A titre d'illustration chiffrée, la France produit annuellement environ 12,5 Millions de tonnes d'acier plat ces dernières années. L'Europe produit environ 115 Millions de tonnes d'acier plat. La création de 2 Millions de tonnes de capacité de production d'acier liquide décarboné et de 2,7 millions de tonnes de laminage d'acier plat n'est donc pas marginale dans ce contexte.

Enfin, exploitées depuis la fin du XVIII^{ème} siècle, les mines de fer (la fameuse « minette » de Lorraine par exemple) et de charbon cokéfiant (bassin houiller du Nord de la France) sont largement déplétées, exigeant l'alimentation extra-européennes et non-souveraines sur l'aspect des matières premières. En revanche, l'Europe génère être 20 et 25 millions de tonnes par an de ferrailles, pour un « gisement » estimé à 5 milliards de tonnes. La France elle-même génère entre 3,5 et 4,5 millions de tonnes par an, exportées et sous-utilisées, faute de mieux à ce jour. Le projet porté par Marcegaglia contribue significativement à l'échelle de l'Europe, et très significativement à l'échelle de la France, à exploiter plus intelligemment ce potentiel double de recyclage et de souveraineté sur les matières premières.

Compte tenu de l'importance du projet Mistral pour la transition écologique et la souveraineté nationale et Européenne, il est reconnu Projet d'Intérêt National Majeur.

À l'échelle du site, l'usine historique, confrontée à des difficultés financières, bénéficierait de l'investissement de Marcegaglia via le projet Mistral, permettant de développer une unité de production complémentaire et d'assurer un modèle économique durable. Sans ce projet, l'avenir du site serait incertain, voire assez probablement compromis.

À l'échelle locale, le projet Mistral permettrait de créer des synergies avec des initiatives voisines axées sur la transition vers des activités décarbonées dans la zone industrialo-portuaire. Son absence pourrait entraîner une baisse de la création d'emplois et des conséquences sociales et environnementales négatives.



À l'échelle française, l'absence du projet Mistral menacerait la continuité de la fabrication d'aciers généraux et spéciaux, essentiels pour l'économie et la défense nationale, et nuirait à l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'acier.

À l'échelle internationale, alors que les mesures protectionnistes sont croissantes, une absence de nouveau projet européen de production d'aciers standards décarbonés menacerait la souveraineté industrielle et la compétitivité économique européenne.

1.3.4. Description des solutions de substitution raisonnables examinées par le maître d'ouvrage

■ Analyse des alternatives

Variante 0 : sans le projet

En l'absence de réalisation du projet Mistral, la pérennisation du site actuel de Marcegaglia Fos-sur-Mer n'est pas assurée à court terme en raison de la concurrence internationale et du manque de compétitivité actuelle du site.

Variante 1 : ISDND des laitiers au nord-est

Le positionnement des casiers de stockage des laitiers était initialement projeté sur un emplacement au nord-est, le long de la Darse. Marcegaglia a donc fait le choix d'étudier une alternative à cet emplacement afin d'éviter les impacts sur cette zone, en cohérence avec la démarche Eviter, Réduire, Compenser.

1.4. Conclusion sur la démarche dérogatoire liée aux espèces protégées

Cette étude permet de démontrer que **les trois conditions** pour qu'une dérogation au titre de l'article L.411-2 du Code de l'Environnement soit délivrée **sont respectées**.

En effet, Marcegaglia a étayé la notion **d'intérêt public majeur** de son projet et la réflexion relative au choix d'une **alternative**, mais surtout d'une **zone d'emprise de moindre impact** écologique a été aussi développée.

Enfin, concernant l'atteinte à l'état de conservation des espèces concernées par la démarche dérogatoire, nous pouvons considérer que, sous réserve de la bonne application des mesures d'évitement, de réduction, de compensation et d'accompagnement, **le projet ne nuira pas au maintien des espèces concernées dans un état de conservation favorable au sein de leur aire de répartition naturelle**, de manière à respecter la condition réglementaire de l'article L411-2 du code de l'environnement.

Les mesures d'évitement et de réduction ont permis de limiter le nombre d'espèces protégées impactées par le projet, et de leurs populations. **La mise en place de ces mesures, ainsi que l'ensemble du dispositif compensatoire sur une durée minimale de 30 années, permettront d'assurer une absence de perte nette de biodiversité.**



Sigles

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AE : Autorité Environnementale

AMO : Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

AVP : Avant-Projet

BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif

BD ALTI : Base de Données ALTimétriques numériques de l'IGN

BD Carto : Base de Données Cartographiques de l'IGN

BD Ortho : Base de Données Orthophotographiques de l'IGN

BD Topo : Base de Données Topographiques de l'IGN

BDNT : Base de Données Nationale des Territoires

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CBN : Conservatoire Botanique National

CDNPS : Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites

CdL : Conservatoire du Littoral

CE : Commission Européenne

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CD : Conseil Départemental

CGDD : Commissariat Général au Développement Durable

CGEDD : Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

CNRS : Centre National de Recherche Scientifique

CRE : Comité Régional pour l'Environnement

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DDEP : Dossier de Dérogation Espèces Protégées

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DFCI : Défense de la Forêt Contre les Incendies

DOCOB : Document d'Objectifs

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DTA : Directive Territoriale d'Aménagement

DUP : Déclaration d'Utilité Publique

EBC : Espace Boisé Classé

EIE : Etude d'Impact sur l'Environnement

EnR : Energies Renouvelables



ENS : Espace Naturel Sensible

ERCA : Eviter/Réduire/Compenser/Accompagner

FSD : Formulaire Standard de Données

GCP : Groupe Chiroptères de Provence

HQE : Haute Qualité Environnementale

IBD : Indice biologique diatomique

IBGN : Indice biologique Global Normalisé

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INFLOVAR : Association loi 1901, dont le but est de mener l'inventaire et la cartographie de la flore du Var

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

IRSTEA : Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

JO : Journal officiel

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

MAB : Man And Biosphere

MAE : Mesures agro-environnementales

MAET : Mesures Agroenvironnementales territorialisées

MEA : Masse d'Eau Artificielle

MES : Matières En Suspension

MISE : Mission Inter-Services de l'Eau

MOA : Maître d'ouvrage

MOE : Maître d'œuvre

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MRAe : Mission Régionale d'Autorité environnementale

MW : Mégawatt

OLD : Obligation Légale de Débroussaillage

OFB : Office Français de la Biodiversité

ONEM : Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

ONF : Office National des Forêts

OPIE : Office Pour les Insectes et leur Environnement

PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durable

PAPI : Plan d'Actions et de Prévention des Inondations

PC : Permis de Construire

PLAGEPOMI : Plan de Gestion des Poissons Migrateurs

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PN : Parc National



PNA : Plan National d'Actions
PNR : Parc Naturel Régional
POS : Plan d'Occupation des Sols
PPR : Plan de Prévention des Risques
PPRI : Plan de Prévention du Risque Inondation
PPRIF : Plan de Prévention des Risques Incendie de Forêt
PPRN : Plan de Prévention des Risques Naturels
pSIC : proposition de Site d'Importance Communautaire
RAMSAR : Convention sur les espaces humides
R&D : Recherche et Développement
REX : Retour d'Expérience
RNN : Réserve Naturelle Nationale
RNR : Réserve Naturelle Régionale
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SCAP : Stratégie de Création d'Aires Protégées
SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIC : Site d'Importance Communautaire
SIE : Système d'information sur l'eau
SIG : Système d'Information Géographique
SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères
SOPTOM : Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux
SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique
STEP : Station d'Épuration
STRANAPOMI : Stratégie Nationale Poissons Migrateurs
TVB : Trame Verte et Bleue
UE : Union Européenne
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZPS : Zone de Protection Spéciale
ZSC : Zone Spéciale de Conservation
ZSGE : Zones Stratégiques pour la Gestion de l'Eau



Bibliographie

- AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2001. Guide technique SDAGE n°5, Fonctionnement des Zones Humides.
- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2010. Guide d'inventaire des zones humides dans le cadre de l'élaboration ou de la révision des SAGE. Guide méthodologique, 56 p.
- AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2012 – Délimitation de l'espace de zones humides par fonction qualifiée et par type de milieux du bassin Rhône-Méditerranée, rapport final, ECOSPHERE et BURGEAP, 182 p.
- ANDRE P., DELISLE C. E. & REVERET J.-P., 2003 – L'évaluation des impacts sur l'environnement, processus, acteurs et pratique pour un développement durable, Deuxième édition, Presses internationales Polytechnique, 519 p.
- Anonyme, 2006 – Convention Relative à la Conservation de la vie sauvage et du Milieu Naturel de l'Europe ; Groupe d'experts sur la conservation des amphibiens et des reptiles. Direction de la Culture et du Patrimoine culturel et naturel. 35 p.
- ARTHUR L. & LEMAIRE M. ; 2009 – Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénopé) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- ASSOCIATION FRANCAISE DES INGENIEURS ECOLOGUES, 1996 – Les méthodes d'évaluation des impacts sur les milieux, 117 p.
- BAIZE D. & GIRARD M.C., 2009 – Référentiel pédologique ; Association Française pour l'étude du sol – Versailles, 404 pages.
- BAIZE D. 2000. Guide des analyses en pédologie. Editions Quae.
- BAIZE D. et JABIOL, B. 1995. Guide pour la description des sols. Editions Quae.
- BARATAUD M. 2012 (et mises à jour) ; Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle (Collection Inventaires et Biodiversité), Paris, 344 p.
- BAS Y., DEVICTOR V., MOUSSUS J.-P., JIGUET F., 2008 – Accounting for weather and time of day parameters when analysing count data from monitoring programs. *Biodiversity and Conservation* 17, 3403-3416.
- BCEOM, 2004 – L'étude d'impact sur l'environnement : Objectifs - Cadre réglementaire - Conduite de l'évaluation. Ed. du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 153 p.
- BIBBY, C.J., BURGESS, N.D., HILL, D.A. & MUSTOE, S.H. 2000 – Bird Census Technique. 2nd edition. Academic Press, London.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004 – Birds in the European Union: a status assessment. Wageningen, The Netherlands: BirdLife International, 59 p.
- BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes - Version originale - Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.
- BLONDEL B., FERRY C., FROCHOT B., 1970 - Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute. *Alauda*, 38 : 55-70.
- BOCK B., 2005 – Base de données nomenclaturale de la flore de France, version 4.02 ; Tela Botanica, Montpellier (France) ; base de donnée FileMaker Pro.
- CHAMBAUD F., LUCAS J., OBERTE D. (2012). Guide pour la reconnaissance des zones humides du bassin Rhône – Méditerranée. Volume 1 : méthode et clés d'identification. AGENCE DE L'EAU Rhône – Méditerranée & Corse : 138 p +annexes.
- CHERRIER, O., ROUYEYROL, P., 2021. Hiérarchisation des enjeux de conservation terrestres du réseau Natura 2000 français. UMS Patrimoine Naturel - Ministère de la transition écologique.



- COLLECTIF, 2021. Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels (No. 88), Cahiers techniques. OFB.
- COMITE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE, 2022-2027. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône Méditerranée 390 p.
- COMMISSION EUROPEENNE, 2007 – Interpretation manual of european union habitats, version EUR27, 142 p.
- DANTON P. & BAFFRAY M. (dir. sc. Reduron J.-P.), 1995 – Inventaire des plantes protégées en France. Ed. Nathan, Paris / A.F.C.E.V., Mulhouse, 296 p.
- DAUSSE, A. 2023 - Suppression d'un remblai en zone humide. Carnet technique du réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne / Région Bretagne / DREAL Bretagne. Forum des Marais Atlantiques, Brest. 13 p.
- DE MASSARY J.-C., BOUR R., CHEYLAN M., CROCHET P.-A., DEWYNTER M., GENIEZ P., INEICH I., OHLER A., VIDAL N. & LESCURE J., 2019 – Nouvelle liste taxinomique de l'herpétofaune de la France métropolitaine. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 104 : 37-56.
- DEFAUT B., 1999 - La détermination des Orthoptères de France. Edition à compte d'auteur, 83p.
- DEFAUT B., SARDET E. & BRAUD Y., 2009 – Catalogue Permanent de l'entomofaune française, fascicule n°7 : Orthoptera (Ensifera et caelifera). UEF, Dijon, 94 p.
- DIREN MIDI-PYRENNES & BIOTOPE, 2002 – Guide de la prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact, 76 p.
- DIREN PACA, 2009. Les mesures compensatoires pour la biodiversité ; Principes et projet de mise en œuvre en Région PACA. 55 p.
- DUBOIS Ph.J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G. & YESOU P., 2008 – *Nouvel inventaire des oiseaux de France*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 560 p.
- DUCHAUFOR P., 1997 – Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement ; 5ième édition, Ed. Masson - Paris, p. 285
- FLITTI, A., KABOUCHE B., KAYSER Y. & OLIOSSO G., 2009 – *Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. LPO PACA. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 544 p.
- GAYET G., BAPTIST F., BARAILLE L., CAESSTEKER P., Clément J.-C., GAILLARD J., GAUCHERAND S., ISSELON-NONDELEU F., POINSOT C., QUETIER F., TOUROULT J., BARNAUD G., 2016. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 1.0. Onema, collection Guides et protocoles, 186 pages
- GAYET, G., BAPTIST, F., BIAUNIER, P., CAESSTEKER, P., CLEMENT, J.-C., FOSSEY, M., GAUCHERAND, S., ISSELIN-NONDEDEU, F., LEMOT, A., MESLEARD, F., PADILLA, B., PELEGRIN, O. 2023. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 2. Office français de la biodiversité, collection Guides et protocoles, 154 pages
- GUETTE, A., CARRUTHERS-JONES, J., GODET, L., ROBIN, M., 2018. « Naturalité » : concepts et méthodes appliqués à la conservation de la nature. Cybergeog : European Journal of Geography.
- HERES A., 2009. Les Zyènes de France (Lepidoptera : Zygaenidae, Zygaeninae). Association des Lépidoptéristes de France, édition hors-série, 60 p.
- KERGUELEN M., 1999 – Index synonymique de la flore de France. Site internet de l'INRA, à l'adresse : <http://www.dijon.inra.fr/malherbo/fdf/>
- MARCHANDEAU S., LETTY J., BERGER F., LAGARRIGUE V., LEONARD Y., MAUVY B., MATHEVET N., 2016 – Les garennes artificielles. L'aménagement du territoire pour le lapin. ONCFS, 15p.
- MAURIN H., KEITH P., 1994 – Inventaire de la faune menacée en France. MNHN / WWF / Nathan, Paris. 176 p.
- MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Groupement de l'intérêt Scientifique Sol, 63 pages.
- MICHEL P., 2001 – L'étude d'impact sur l'environnement, Objectifs-Cadre réglementaire-Conduite d'évaluation, Ministère de l'Aménagement et de l'Environnement, BCEOM, 153 p.



- MNHN, 2001 – Cahiers d’habitats forestiers, La Documentation Française, vol 2, 423 p.
- MNHN, 2005 – Cahiers d’habitats agropastoraux, La Documentation Française, tome 4, vol. 2, 487p.
- MULLER S. (coord.), 2004 – Plantes invasives en France. Collection Patrimoines Naturels, 62. Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris, 168 p.
- Muséum national d’Histoire naturelle [Ed]. 2003-2020. *Inventaire National du Patrimoine Naturel*, Site web : <https://inpn.mnhn.fr>.
- NATURALIA, 2022 – ASCOFIELD – Etude faune-flore-habitats en milieu industriel. Rapport de diagnostic écologique, 112 pages.
- OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., & ROUX J.-P., 1995 – Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : Espèces prioritaires. Muséum National d’Histoire Naturelle / Conservatoire Botanique National de Porquerolles / Ministère de l’Environnement éd., 621 p.
- OPIE-PROSERPINE, 2009 – Papillons de jour, Rhopalocères et zygène, Atlas de Provence-AlpesCôte d’Azur. Naturalia publications, 189 p.
- PARAN F., ARTHAUD F., NOVEL M., GRAILLOT D., BORNETTE G., PISCART C., MARMONIER P., LAVASTRE V., TRAVI Y., CADILHAC L., 2015 – « Caractérisation des échanges nappes/rivières en milieu alluvionnaire - guide méthodologique ». Collection « eau & connaissance ». Agence de l’eau Rhône Méditerranée
- POITEVIN, F., OLIVIER, A., BAYLE, P., SCHER, O., 2010. Mammifères de Camargue, Regard du Vivant et Parc naturel régional de Camargue. ed.
- POITEVIN, F., QUERE, J.-P., 2021. Insectivores et rongeurs du sud de la France. Éditions écologistes de l’Euzière, Prades-le-Lez, 407 p.
- PULLIN, A., SUTERLAND, W., GARDNER, T., KAPOV, V., FA, J., 2013. Conservation priorities : Identifying need, taking action and evaluating success, in : Key Topics in Conservation Biology. Wiley, Oxford, pp. 3–22.
- RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. *et al.*, 1993 – Flore forestière française, Guide écologique illustré. Tome 2 Montagnes. Institut pour le Développement Forestier. 2421 p.
- RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. *et al.*, 1993 – Flore forestière française, Guide écologique illustré. Tome 3 Méditerranée. Institut pour le Développement Forestier. 2426 p.
- ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D., 1999 – Oiseaux menacés et à surveiller en France. Société d’Etudes Ornithologique de France (SEOF) et Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO). Paris, 598 p.
- SAMWAYS M.J., MCGEOCH M.A. & NEW T.R. 2010 - Insect Conservation: A handbook of approaches and methods. Oxford, 439p.
- SARDET E. & DEFAUT B., 2004 – Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques, 9 : 125-137.
- SAVOURE-SOUBELET, A, ARTHUR, C-P, AULAGNIER, S, 2021. Atlas des mammifères sauvages de France, volume 2 : Ongulés et Lagomorphes, Patrimoines naturels. Muséum national d’histoire naturelle, Paris.
- SWAAY van C. & WARREN M., 1999 – Red data book of European Butterflies (Rhopalocera). Nature and environment, N° 99. Council of Europe Publishing, 260 p.
- UICN France, MNHN, SFPEM & ONCFS (2019). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
- www.faune-paca.org ; Liste communale des espèces



Annexe 1 Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observées sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés explicitement dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

❖ Habitats naturels

Les habitats, en tant qu'entités définies par la directive Habitats bénéficient du statut réglementaire suivant :

■ Directive Habitats

Il s'agit de la directive européenne n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, elle est entrée en vigueur le 5 juin 1994 :

- Annexe 1 : mentionne les habitats d'intérêt communautaire (désignés « CDH1 ») et prioritaire (désignés « CDH1* »), habitats dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

■ Liste rouge des écosystèmes en France

Le comité français de l'UICN, le Muséum national d'histoire naturelle et l'Office français de la biodiversité ont décidé de s'associer pour la mise en œuvre de « Listes rouges des écosystèmes en France, selon les catégories et critères de l'UICN ». Six niveaux de menaces sont ainsi attribués aux habitats évalués : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France).

Les principales listes rouges sont citées ci-après :

- Les forêts méditerranéennes de France métropolitaine (UICN France, 2018) ;
- Les littoraux méditerranéens de France métropolitaine Vol.1 : dunes côtières et rivages sableux (UICN France, 2020) ;
- Les littoraux méditerranéens de France métropolitaine Vol.2 : côtes rocheuses, rivages de galets et graviers (UICN France, OFB & MNHN, 2022).

■ Zones humides

Selon l'article L. 211-1-1 du code de l'environnement :

« La préservation et la gestion durable des zones humides définies à l'article L.211-1 du code de l'environnement sont d'intérêt général. ». Ce dernier vise en particulier la préservation des zones humides dont l'intérêt patrimonial se retranscrit à travers plus de 230 pages d'enveloppes réglementaires. A noter que :

- leur caractérisation et leur critères de délimitation sont régis selon l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 du code de l'environnement et modifié par l'arrêté du 1 octobre 2009 en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement selon des critères pédologiques, botaniques ainsi que d'habitats et désignés « ZH » ;
- le décret du 17 juillet 2006 précise la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration conformément à l'application de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006, en intégrant les Zones humides.

Les zones humides peuvent donc prétendre au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006 à des mesures correctives ou compensatoires, relatives et résultantes aux aménagements portant atteinte à leur intégrité et/ou à leur fonctionnalité.



■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Les ZNIEFF constituent le socle de l'inventaire du patrimoine naturel. Une liste des espèces et des habitats déterminants (Dét ZNIEFF) ou remarquables (Rq ZNIEFF) ayant servi à la désignation de ces ZNIEFF a été établie pour chaque région et est disponible sur les sites de leurs DREAL respectives.

- PACA : <https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/actualisation-de-l-inventaire-a9673.html>

■ Stratégie de Création d'Aires Protégées

La Stratégie nationale de Création d'Aires Protégées terrestres métropolitaines (SCAP) vise, tout d'abord, à évaluer l'ensemble du réseau d'aires protégées existant, en tenant compte des connaissances actuellement disponibles, afin de pouvoir, ensuite, proposer la planification d'une stratégie d'actions. Le Muséum National d'Histoire Naturelle a notamment participé à l'élaboration d'une liste d'espèces et d'habitats (liste SCAP) qui constitue le fondement du diagnostic patrimonial du réseau actuel des espaces naturels français.

- Pr1 SCAP : espèce ou habitat de priorité 1 pour la SCAP.

❖ Flore

■ Espèces végétales protégées par la loi française

Pour la flore vasculaire (ce qui exclut donc les mousses, algues, champignons et lichens), deux arrêtés fixent en région PACA la liste des espèces intégralement protégées par la loi française. Il s'agit de :

- La liste nationale des espèces protégées sur l'ensemble du territoire métropolitain (désignées « NV »), de l'arrêté du 20 janvier 1982 paru au J.O. du 13 mai 1982, modifié par l'arrêté du 31 août 1995 paru au J.O. du 17 octobre 1995, modifié par l'arrêté du 14 décembre 2006 paru au J.O. du 24 février 2007, et par celui du 23 mai 2013 paru au J.O. du 7 juin 2013. Cette liste reprend notamment toutes les espèces françaises protégées en Europe par la Convention de Berne (1979). Les espèces notées « NV1 » et « NV2 » sont strictement protégées. La cession à titre gratuit ou onéreux de celles notées « NV2 » est soumise à autorisation du ministre chargé de la protection de la nature après avis du comité permanent du conseil national de la protection de la nature d'une dérogation ministérielle.
- La liste régionale des espèces protégées en Provence-Alpes-Côte d'Azur (désignées « RV93 »), de l'arrêté du 9 mai 1994 paru au J.O. du 26 juillet 1994. Cette liste complète la liste nationale précitée.
- La liste régionale des espèces protégées en Auvergne-Rhône-Alpes (désignées « RV82 »), de l'arrêté du 4 décembre 1990 paru au J.O. du 29 janvier 1991. Cette liste complète la liste nationale précitée.

■ Livre rouge de la flore menacée de France

- Le tome 1 (désigné « LR1 »), paru en 1995 recense 485 espèces ou sous-espèces dites « prioritaires », c'est-à-dire éteintes, en danger, vulnérables ou simplement rares sur le territoire national métropolitain.
- Le tome 2 (désigné « LR2 »), à paraître, recensera les espèces dites « à surveiller », dont une liste provisoire de près de 600 espèces figure à titre indicatif en annexe dans le tome 1.

Une actualisation scientifique de ce dernier tome est effectuée régulièrement par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (C.B.N.M.P.). Elle ne possède pour l'instant aucune valeur officielle mais peut déjà servir de document de travail.

Ainsi, seules les espèces figurant sur la liste du tome 1 sont réellement menacées. Elles doivent être prises en compte de façon systématique, même si elles ne bénéficient pas de statut de protection. Celles du tome 2 sont le plus souvent des espèces assez rares en France mais non menacées à l'échelle mondiale ou bien des espèces endémiques de France (voire d'un pays limitrophe) mais relativement abondantes sur notre territoire, bien qu'à surveiller à l'échelle mondiale.

■ Liste rouge de la flore vasculaire de France métropolitaine

Le comité français de l'UICN appuyé du Muséum National d'Histoire Naturelle et de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux a publié en 2018 la Liste rouge des espèces menacées en France « Flore vasculaire de France métropolitaine ». Neuf niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique



d'Extinction ; « RE » Disparue de France métropolitaine ; « EW » Eteinte à l'état sauvage ; « EX » Eteinte au niveau mondial ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France, FCBN, AFB & MNHN, 2018). Une autre catégorie a été définie : « NE » Non évaluée.

(<https://uicn.fr/liste-rouge-france/>)

■ Liste rouge de la flore de PACA

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. En 2015, l'évaluation des espèces de la flore de PACA a été publiée. Des mises à jour de cette liste sont régulièrement réalisées en ligne. Sept niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces : « DD » Données Insuffisantes ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction et « RE » Disparue de France métropolitaine. Une autre catégorie a été définie : « NA » Non applicable.

(<https://uicn.fr/listes-rouges-regionales/>)

■ Directive Habitats

Différentes annexes de cette directive concernent les espèces, notamment la flore :

- Annexe 2 : Espèces d'intérêt communautaire (désignées « CDH2 ») dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).
- Annexe 4 : Espèces (désignées « CDH4 ») qui nécessitent une protection stricte, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.
- Annexe 5 : Espèces (désignées « CDH5 ») dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

■ Plan National d'Actions (PNA)

Les plans nationaux d'actions visent à définir les actions nécessaires à la conservation et à la restauration des espèces les plus menacées. Cet outil de protection de la biodiversité est mis en œuvre par la France depuis une quinzaine d'année. Ces plans ont été renforcés suite au Grenelle Environnement. La Direction générale de l'aménagement du logement et de la nature a notamment produit une brochure offrant un aperçu de cet instrument de protection des espèces menacées à tous les partenaires potentiellement impliqués dans leur réalisation (élus, gestionnaires d'espaces naturels, socioprofessionnels, protecteurs de la nature, etc.).

(<https://www.ecologie.gouv.fr/plans-nationaux-dactions-en-faveur-des-especes-menacees>)

- espèce PNA : espèce concernée par un PNA

Certains de ces plans ont également été déclinés aux échelles régionales ou locales :

- espèce PRA : espèce incluse dans la déclinaison régionale du PNA
- espèce PLA : espèce incluse dans la déclinaison locale du PNA

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Cf. ci-dessus.

■ Stratégie de Création d'Aires Protégées

Cf. ci-dessus.

❖ Mollusques

■ Directive Habitats (annexe 2)

Directive dont l'annexe 2 concerne trois espèces de gastéropodes terrestres (CDH2).

■ Liste nationale des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain



Cette liste d'espèces (désignées « NMO2 », « NMO3 » et « NMO4 ») est issue de l'arrêté du 7 octobre 1992 et de l'arrêté du 23 avril 2007.

■ Plan National d'Actions (PNA)

Cf. ci-dessus.

■ Travaux concernant les espèces menacées

Deux outils non réglementaires mais à forte valeur scientifique permettent de juger de la valeur patrimoniale des mollusques continentaux rencontrés. Il s'agit de :

- la liste rouge mondiale des espèces menacées (IUCN, 2022).
- la liste rouge des mollusques continentaux de métropole (IUCN, 2021).

Les connaissances personnelles d'experts locaux permettent aussi de porter un jugement quant à la rareté et/ou au statut local de menace d'une espèce.

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Cf. ci-dessus.

❖ Invertébrés

■ Convention de Berne

Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (19 septembre 1979) listant en annexe 2 la faune strictement protégée et en annexe 3 la faune protégée dont l'exploitation est réglementée (espèces désignées « IBE2 » et « IBE3 »).

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

Cf. ci-dessus.

■ Liste nationale des insectes protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain

Cette liste est issue de l'arrêté du 23 avril 2007. Elle élargit la protection de l'espèce à son « milieu particulier », c'est-à-dire l'habitat d'espèce. Les espèces protégées seront désignées par « NI2 » et « NI3 ». Cette liste concerne 64 espèces.

■ Listes rouges

Elles présentent les espèces constituant un enjeu de conservation indépendamment de leur statut de protection. Il existe des listes rouges départementales, régionales, nationales ou européennes d'espèces menacées. Au niveau européen, il s'agit de la liste rouge des Lépidoptères diurnes (VAN SWAAY *et al.*, 2010), des coléoptères saproxyliques (NIETO, A. & ALEXANDER, K.N.A., 2010), des libellules (KALKMAN *et al.*, 2010) et des abeilles (NIETO, A. *et al.*, 2010). Au niveau national, il s'agit des listes rouges des Lépidoptères diurnes (UICN, 2012), des Orthoptères (SARDET & DEFAUT, 2004), des Éphémères (UCIN France, MNHN & OPIE, 2018), des Libellules (UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016) et des Crustacés d'eau douce (ICN France & MNHN 2014).

Au niveau régional, il s'agit des listes rouges des Rhopalocères et Zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE *et al.*, 2014), des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE *et al.*, 2016), des Odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur (UCIN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016, revisité par LAMBRET P., RONNE C., BENCE S., BLANCHON Y., BLETTERY J., DURAND E., LECCIA MF. & PAPAIZIAN M., 2017) et de Rhône-Alpes (DELIRY & Groupe SYMPETRUM, 2013) et des Orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE *et al.*, 2018).

Tous les groupes ne disposant pas de telles listes au niveau régional ou même national, l'identification des espèces dites « patrimoniales » peut s'appuyer uniquement sur dires d'experts.

■ Plan National d'Actions (PNA)



Cf. ci-dessus.

■ **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

■ **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ **Poissons**

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

■ **Classement des cours d'eau et continuité écologique**

La continuité écologique est une notion que les lois « Grenelle » de 2009 et 2010 ont mise en avant en créant la trame verte et bleue. Toutefois, la notion de continuité écologique des cours d'eau (circulation des poissons et transport des sédiments) existait déjà dans sa dimension « circulation des poissons » avec, depuis 1984, l'obligation d'aménagement de « passes à poissons » dans un délai de cinq ans pour de nombreux ouvrages existants. Du point de vue réglementaire (article R214-109 du code de l'environnement), un obstacle à la continuité d'un cours d'eau est un ouvrage qui répond à au moins un critère parmi les suivants :

- Il ne permet pas la libre circulation des espèces biologiques et l'accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri ;
- Il empêche le bon déroulement du transport naturel des sédiments ;
- Il interrompt les connexions latérales avec les réservoirs biologiques ;
- Il affecte substantiellement l'hydrologie des réservoirs biologiques.

L'article L214-17 du Code de l'environnement, introduit par la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de décembre 2006, réforme les classements des cours d'eau en les adossant aux objectifs de la directive cadre sur l'eau déclinés dans les SDAGE. Ainsi les anciens classements (nommés L432-6 et loi de 1919) sont remplacés par un nouveau classement établissant deux listes distinctes :

- 1° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux, est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

- 2° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs [amphihalins ou non]. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

■ **Liste nationale des poissons protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

L'arrêté du 08 décembre 1988 fixe la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national. Sont interdits en tout temps, sur tout le territoire national, la destruction ou l'enlèvement des œufs ainsi que la



destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers, et notamment des lieux de reproduction, désignés par arrêté préfectoral (cf. Arrêtés frayères ci-dessous), des poissons des espèces désignées « NP1 ».

■ Arrêtés frayères

Les espèces de la faune piscicole dont les frayères et les zones d'alimentation et de croissance doivent être particulièrement protégées de la destruction par l'article L.432-3 sont réparties, par arrêté du ministre chargé de l'environnement, entre les deux listes suivantes :

1° Sont inscrites sur la première liste les espèces de poissons dont la reproduction est fortement dépendante de la granulométrie du fond du lit mineur d'un cours d'eau. L'arrêté précise les caractéristiques de la granulométrie du substrat minéral correspondant aux frayères de chacune des espèces ;

2° Sont inscrites sur la seconde liste les espèces de poissons dont la reproduction est fonction d'une pluralité de facteurs, ainsi que les espèces de crustacés.

L'arrêté ministériel du 23 avril 2008 a fixé la liste des espèces à protéger (poissons de la première et de la seconde liste, crustacés de la seconde liste) et la circulaire du 21 janvier 2009 relative aux frayères et aux zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole a apporté les éléments de cadrage pour l'établissement de l'inventaire des frayères qui a été réalisé avant 2012 dans chaque département. Les critères retenus pour la détermination des deux listes d'espèces de l'arrêté ministériel du 23 avril 2008 sont les suivants :

- Inscription dans les listes au titre de la réglementation sur les espèces protégées (arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national et l'annexe II de la directive habitat) ;
- Espèces inféodées aux eaux courantes dans la mesure où les espèces lacustres sont moins menacées par les activités et les travaux sur leurs habitats que par la dégradation de la qualité des eaux.

■ Liste rouge des espèces de poissons d'eau douce menacées

L'UICN a réalisé des listes rouges à l'échelle internationale (2008) et nationale (2002, 2010 et 2019) présentant les espèces constituant un enjeu de conservation.

Onze niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « EX » éteint ; « EW » éteint à l'état sauvage ; « CR » gravement menacé d'extinction ; « EN » menacé d'extinction ; « VU » vulnérable ; « NE » non évalué ; « LR » faible risque ; « DE » dépendant de mesures de conservation ; « NT » quasi menacé ; « LE » préoccupation mineure ; « DD » insuffisamment documenté.

■ Plan de gestion des poissons migrateurs Rhône-Méditerranée (PLAGEPOMI)

Le plan de gestion des poissons migrateurs Rhône-Méditerranée (PLAGEPOM) a été approuvé par arrêté du préfet coordonnateur de bassin le 01 mars 2022, après avis favorable du COGEPOMI du bassin prononcé le 27 janvier 2022.

L'objectif du PLAGEPOMI 2022-2027 est la préservation et la reconquête durable des populations de poissons migrateurs amphihalins (Anguille, Alose du Rhône et Lamproie marine). Il intègre le plan de gestion de l'Anguille mis en place en réponse au règlement européen n°1100/2007 qui vise à reconstituer le stock de cette espèce.

Le PLAGEPOMI distingue des zones d'actions prioritaires (ZAP) et des zones d'actions à long terme (ZALT). Une zone d'action prioritaire est un ensemble de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau sur lequel il existe un enjeu pour une espèce ou une population de poissons migrateurs amphihalins, par la présence d'habitats, de zones de grossissement ou de reproduction essentiels pour son maintien. La délimitation d'une ZAP confère à cette zone des objectifs de préservation et de restauration de la colonisation de ces habitats ou la possibilité de retour à la mer avec un faible risque de mortalité.

Une zone d'action à long terme est un ensemble de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau sur lequel la présence de grands migrateurs est relictuelle ou historique et sur lequel des connaissances sont à acquérir ou à renforcer.

■ Plan National d'Actions (PNA)

Cf. ci-dessus.

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)



Cf. ci-dessus.

■ Stratégie de Création d'Aires Protégées

Cf. ci-dessus.

❖ Amphibiens et reptiles

Afin de cerner les enjeux concernant les amphibiens et les reptiles, les principaux textes réglementaires ou scientifiques les concernant, sont rappelés ci-dessous.

■ Convention de Berne (annexes 2 et 3)

Cf. ci-dessus.

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

Cf. ci-dessus.

■ Liste nationale des reptiles et amphibiens protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain

Correspondant à l'arrêté du 8 janvier 2021 (publié au J.O. du 11 février 2021), établissant des listes d'espèces, auxquelles sont associés différents niveaux de protections. Ainsi, les espèces dont l'habitat est également protégé sont désignées « NAR2 », les espèces protégées dont l'habitat n'est pas protégé sont désignées « NAR3 », les espèces partiellement protégées sont désignées « NAR4 ».

■ Inventaire de la faune menacée de France

Cet ouvrage de référence, élaboré par la communauté scientifique (FIERS et al., 1997) (livre rouge), permet de faire un état des lieux des espèces menacées. Il liste 117 espèces de vertébrés strictement menacées sur notre territoire, voire disparues, dont notamment : 27 mammifères, 7 reptiles, 11 amphibiens. Pour chaque espèce, le niveau de menace est évalué par différents critères de vulnérabilité.

■ Liste rouge des amphibiens et reptiles de France métropolitaine

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN a procédé début 2008 à l'évaluation des espèces d'amphibiens et de reptiles de France métropolitaine. Une mise à jour a été réalisée en 2015 (UICN France, MNHN & SHF, 2015). Six niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « DD » Données Insuffisantes. (<https://uicn.fr/liste-rouge-france/>)

■ Liste rouge des amphibiens et reptiles de PACA

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. En 2017, l'évaluation des espèces des amphibiens et reptiles de PACA a été publiée. Huit niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces : « NA » Non applicable ; « DD » Données Insuffisantes ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique ; « RE » Disparue au niveau régional.

■ Plan National d'Actions (PNA)

Cf. ci-dessus.

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Cf. ci-dessus.

■ Stratégie de Création d'Aires Protégées



Cf. ci-dessus.

❖ Oiseaux

■ Convention de Berne (annexes 2 et 3)

Cf. ci-dessus.

■ Convention de Bonn

Convention relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage du 23 juin 1979 (JORF du 30 octobre 1990). L'annexe I regroupe la liste des espèces menacées en danger d'extinction (désignées « IBO1 ») c'est-à-dire les espèces dont l'aire de répartition pourrait disparaître ou toute espèce en danger. L'annexe II établit la liste des espèces dont l'état de conservation est défavorable (désignées « IBO2 »).

■ Directive Oiseaux

Directive européenne n°79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux sauvages, elle est entrée en vigueur le 6 avril 1981.

- Annexe 1 : Espèces d'intérêt communautaire et Natura 2000 (désignées ci-après « CDO1 ») nécessitant des mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leurs habitats, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'aire de distribution.

■ Protection nationale

Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (J.O. du 5 décembre 2009). Les espèces protégées avec leurs habitats sont désignées « NO3 » (article 3 du présent arrêté) ; les espèces protégées sans leurs habitats sont désignées « NO4 » (article 4 du présent arrêté).

■ Liste rouge des oiseaux nicheurs, hivernants et de passage de France métropolitaine

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN appuyé du Muséum National d'Histoire Naturelle a publié en 2016 la liste rouge des oiseaux nicheurs, hivernants et de passage de France métropolitaine. Sept niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de France métropolitaine ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France *et al.*, 2016). Deux autres catégories ont été définies : « NA » Non applicable ; « NE » Non Evaluée.

■ Autres listes rouges

Les scientifiques élaborent régulièrement des bilans sur l'état de conservation des espèces sauvages. Ces documents d'alerte, prenant la forme de « listes rouges », visent à évaluer le niveau de vulnérabilité des espèces, en vue de fournir une aide à la décision et de mieux orienter les politiques de conservation de la nature. Concernant les oiseaux, hormis la liste rouge de France métropolitaine, deux listes rouges sont classiquement utilisées comme référence :

- la liste rouge européenne des oiseaux (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2021) ;
- la liste rouge des oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) ;
- les listes rouges régionales, comme en Provence-Alpes-Côte d'Azur (LPO PACA & CEN PACA, 2016, 2020 et 2021).

■ Plan National d'Actions (PNA)

Cf. ci-dessus.

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Cf. ci-dessus.



■ Stratégie de Création d'Aires Protégées

Cf. ci-dessus.

❖ Mammifères

Les mammifères peuvent être protégés à divers titres.

■ Convention de Berne (annexes 2 et 3)

■ Convention de Bonn (annexe 2)

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

■ Liste nationale des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain

Cette liste d'espèces (désignées « NM2 ») est issue de l'arrêté du 23 avril 2007, modifiant l'arrêté du 17 avril 1981. La protection s'applique aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée.

■ Plan National d'Actions (PNA)

Cf. ci-dessus.

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Cf. ci-dessus.

■ Stratégie de Création d'Aires Protégées

Cf. ci-dessus.

■ Liste rouge des mammifères de France métropolitaine

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN a publié en 2009 l'évaluation des espèces de mammifères de France métropolitaine qui a ensuite été mise à jour en 2017. Huit niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « DD » Données Insuffisantes » ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de métropole. Une autre catégorie a été définie : « NA » Non applicable.



Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED

Nom et fonction	Julien VIGLIONE, Gérant/Directeur d'études
Diplôme	Etudes et diplôme d'ingénierie à l'I.S.A.R.A. (Institut Supérieur d'Agriculture Rhône-Alpes), Lyon
Spécialités	Faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne)
Compétences	Expertise et conseil aux aménageurs et collectivités en matière d'environnement naturel : spécialiste de la faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne), mission "œil de l'expert". Formation et enseignement : métiers de l'environnement naturel, gestion de l'espace, prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement, en France (intervention dans les Grandes Ecoles et les Universités) et à l'International (workshop réalisés aux UEA, Maroc, Algérie...) Animation de réunions, d'atelier, groupes de travail.
Expérience	Fondateur et gérant d'ECO-MED depuis 2003 - Participation à l'élaboration de nombreuses méthodologies en matière de prise en compte des enjeux écologiques, au plan régional (deux guides de références, carrières et ouvrages linéaires, avec la DREAL PACA, un guide sur l'interface carrières/biodiversité avec l'UNICEM PACAC...) et national (participations à des guides méthodologiques avec l'UNPG notamment). - Gestion d'une équipe d'environ 50 experts - Participation à l'analyse de projets environnementaux et à l'élaboration de nombreux programmes expérimentaux en matière de génie écologique et monitoring écologique. - Diagnostic de territoires naturels : travaux de réflexion sur l'interface entre les acteurs et conservation/gestion du milieu naturel. Mise en place d'une médiation environnementale et de méthodologies participatives entre acteurs.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Encadrement de l'équipe, interlocuteur du porteur de projet, animation de réunions.

Nom et fonction	Guillaume COUENON, Chargé d'étude botaniste
Spécialité	Botanique, Habitats naturels.
Diplôme	Master 2 gestion de l'environnement, Université Paul-Valéry, Montpellier (2023). Licence science de la vie, Sorbonne Université - Campus Pierre et Marie Curie (2020).
Compétences	- Inventaires de la flore et des habitats naturels, - Suivis floristiques, - Cartographie des habitats naturels.
Expérience	- Expert depuis juin 2023 chez ECO-MED, - Suivi de la flore dans les centrales photovoltaïques, - Service civique au Jardin Botanique de Bagatelle (Paris).
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.



Nom et fonction	Basile NOLLEAU, Chargé d'études zones humides
Spécialité	Pédologie et écologie des zones humides
Diplôme	Master en Gestion de l'Environnement
Compétences	- Analyse des impacts et application de la démarche ERC ; - Maîtrise des techniques d'inventaire de zones humides ; - Saisi informatique des données et utilisation cartographique ; - Analyse, mise en forme des données et caractérisation des enjeux.
Expériences	Projet Agri-Photovoltaïque à Sainte-Christie d'Armagnac, Gers - Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet de ZAC Namérique à Bessan, Hérault – Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet de piste cyclable à Toulouse, Haute-Garonne – Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet d'extension de méthaniseur à Montpellier, Hérault - Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet Photovoltaïque de Gramat, Gironde - Artifex (Chargé d'études stagiaire, 2024) Projet Eolien de Névian, Aude - Artifex (Chargé d'études stagiaire, 2024)
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	- Préparer et réaliser les expertises de terrain (prospection de zones humides sur les critères pédologiques et botaniques), - Analyser les données récoltées sur le terrain, - Rédiger des rapports et les notes de synthèse, - Proposer des mesures ERC pour la préservation des zones humides,

Nom et fonction	Chloé CORRE, Chargée d'études Zones Humides
Diplôme	Ingénieure Agronome de l'Institut Agro à Montpellier
Spécialité	Gestion des milieux naturels, génie écologique
Compétences	- Connaissance des milieux humides et de leurs fonctionnalités écologiques ainsi que de la réglementation associée ; - Connaissance des typologies des habitats naturels ; - Elaboration de protocole d'échantillonnage en pédologie ; - Réalisation et analyse de sondages pédologiques ; - Diagnostic de zones humides ; - Rédaction d'études techniques - Saisi informatique des données et utilisation cartographique ; - Analyse, mise en forme des données et analyse des résultats ;
Expériences	Stage ingénieur - Diagnostic pédologique de zones humides, Tour du Valat, France - 2023
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires zones humides et rédaction des études

Nom et fonction	Livia VALLEJO – Chargée d'études, entomologue, écologue généraliste
Diplôme	Master 2 (2014) Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques – Zones Humides Méditerranéennes (13) Master 1 (2008) Biodiversité et Ecologie Continentale (13)
Spécialité	Entomologie – Ornithologie – Gestion des milieux aquatiques
Compétences	Inventaires entomologiques diurnes et nocturnes des principaux groupes d'invertébrés (Lépidoptères Rhopalocères et Hétérocères Zygénidés – Odonates – Coléoptères – Orthoptères) Protocole recensement fourmis du genre <i>Myrmica</i> Macrophotographie Anglais



Expérience	Experte depuis avril 2021 pour ECO-MED Technicienne-animatrice à la réserve naturelle de Camargue pendant 2,5 ans (SNPN) Guide naturaliste indépendante pendant 6 ans Assistante de terrain bénévole pendant 13 ans (LPO- CEN PACA – PNR Alpilles) Régulation de plantes exotiques envahissantes pendant 9 mois (SYNERNAT 13)
Missions prévues dans le cadre de l'étude	Coordination de l'équipe ECO-MED, interlocutrice du porteur de projet, inventaires entomologiques et rédactions des rapports

Nom et fonction	Élisa LEPLAT, Chargée d'études batrachologue, herpétologue
Spécialité	Herpétofaune et batrachofaune
Diplôme	Master 2 Écophysiologie, Écologie, Éthologie, Université de Strasbourg
Compétences	Herpéto/batracho : - Identification des espèces de reptiles - Identification à vue et à chant des espèces d'amphibiens - Suivi mortalité routière amphibiens - CMR Crapaud calamite Autres taxons : - Prospections lépidoptères, odonates, orthoptères - Suivi de la grande et mésofaune par piège photographique - Télémétrie sur mammifères d'Afrique du Sud
Expérience	Experte depuis 2021 pour ECO-MED Réalisation de : - Inventaires naturalistes (amphibiens, reptiles, faune générale) - Suivis et veilles écologiques Rédaction de : - Pré-diagnostics et diagnostics écologiques - Etude réglementaires (VNEI, etc.) - Propositions techniques et financières
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Rédaction

Nom et fonction	Vincent HALLOT, Chargé d'études herpétologue
Spécialité	Licence professionnelle Etude et Développement des Espaces Naturels (EDEN) – Montpellier BTS Gestion et Protection de la Nature (GPN) – Gardanne
Diplôme	Herpétologie
Formations métier	▪ Inventaires diurnes et nocturnes des amphibiens et des reptiles ▪ Identification des amphibiens à vue et au chant, identification des larves et des pontes ▪ Suivis de populations par Capture Marquage Recapture (Vipère d'Orsini, Tortue d'Hermann, Pélobate cultripède) Télémétrie VHF et GPS (Lézard ocellé) Service civique auprès de la Ligue pour la Protection des Oiseaux PACA – missions sur l'herpétologie (inventaires amphibiens et reptiles, CMR Vipère d'Orsini, crapauduc temporaire...). Stage auprès du CEA de Cadarache sur l'étude de l'occupation de l'espace (déplacements, domaines vitaux) par le Lézard ocellé Stage auprès du Parc Naturel Régional du Luberon sur le suivi d'une population de Pélobate cultripède



	Stage auprès de la SOPTOM sur le suivi de populations de Tortues d'Hermann
Compétences	- Réalisation des inventaires de terrain et rédaction de rapports
Expérience	Expert depuis 2025 pour ECO-MED Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN. Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.

Nom et fonction	Virginie GAILLY, Chargée d'études ornithologue
Spécialité	Ornithologie et Aide-Bagueuse
Diplôme	Master – Biologie des organismes et Ecologie – Biologie de la conservation, Biodiversité et Gestion, Université de Liège (Belgique) Certificat d'Expérimentation animale, Université de Namur (Belgique) Bachelier – Agronomie à finalité technologie animalière, Haute école Louvain-en-Hainaut (Belgique)
Compétences	- Inventaire de l'avifaune et de leur habitat naturel - Baguage des oiseaux - ADN environnemental - Cartographie (QGIS) - Statistiques (RStudio)
Expérience	- Experte depuis avril 2023 pour ECO-MED - Inventaires et suivi d'espèces cibles avec la LPO - Aide-bagueuse pour la Tour du Valat - Aide-bagueuse et suivi faunistique pour BV Nat'
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires de l'avifaune et rédaction de rapports

Nom et fonction	Léo SERANNE, Chargé d'études mammalogie terrestre
Diplôme	- Master Biodiversité Ecologie et Evolution, option « Gestion adaptative de la Biodiversité », Université d'Aix-Marseille (2022) - Licence Ecologie, Biologie des Organismes, Université de Montpellier (2018)
Spécialité	Mammifères terrestres
Compétences	Inventaires des mammifères terrestres : - Prospection des mammifères terrestres par indices de présences (traces, restes de repas, ...) et par pièges photographiques - Méthodes de détermination des micromammifères (pelotes de rejection, piège photos, ...) Méthodes de prospections des espèces semi-aquatiques (campagnol amphibie, castor, ...)
Expérience	Expert depuis janvier 2023 pour ECO-MED
Missions prévues dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires et rédaction.



Nom et fonction	Nicolas DENMAT, Géomaticien
Diplôme	Master CGE (Cartographie et Gestion de l'Environnement), 2022, Université des Sciences et Techniques Nantes
Spécialité	SIG
Compétences	Application de logiciels SIG : ArcGis, QGIS Application de logiciels de PAO/DAO comme Autocad, Photoshop Conception et développement d'outils : Python Participation à l'élaboration et à la mise à jour de bases de données géo référencées.
Expérience	Géomaticien depuis le 15 mai 2023 pour ECO-MED
Missions prévues dans le cadre de l'étude	Elaboration et réalisation des cartes et création de base de données.



Annexe 3 Relevé relatif à la flore

Le relevé flore réalisé pour Ascofired par Naturalia en 2022 n'a pas été communiqué.

La liste présentée ci-dessous a été complétée par les différents passages réalisés entre 2021 et 2023 par ECO-MED pour les sites de Carbon, H2V et RTE.

La nomenclature est conforme au référentiel taxonomique TAXREF v14.0 (Inventaire National du Patrimoine Naturel, 2020).

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut national	Liste Rouge nationale	Liste Rouge régionale	Liste Zones humides
Lamiaceae	<i>Ajuga chamaepitys</i>	Bugle petit-pin	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Ajuga iva</i>	Bugle ivette	-	LC	-	-
Malvaceae	<i>Althaea officinalis</i>	Guimauve officinale	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Anisantha rubens</i>	Brome rouge	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Anisantha sterilis</i>	Brome stérile	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Sabline de Marschlin	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Artemisia annua</i>	Armoise annuelle	-	NA	-	-
Asteraceae	<i>Artemisia caerulescens</i>	Armoise bleuissante	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Artemisia campestris</i>	Armoise champêtre	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Atriplex laciniata</i> L., 1753	Arroche laciniée, Arroche des sables	-	-	-	-
Araceae	<i>Arum italicum</i>	Gouet d'Italie	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Canne de Provence	-	LC	-	ZH
Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius</i>	Asperge à feuilles aiguës	-	LC	-	-
Asparagaceae	<i>Asparagus officinalis</i>	Asperge officinale	-	LC	-	-
Asphodelaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Asphodèle d'Ayard	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Atriplex prostrata</i>	Arroche prostrée	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Avena barbata</i>	Avoine barbue	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Bituminaria bituminosa</i>	Psoralée à odeur de bitume	-	LC	-	-
Gentianaceae	<i>Blackstonia perfoliata</i>	Blackstonie perfoliée	-	LC	-	-
Gentianaceae	<i>Blackstonia imperfoliata</i> (L.f.) Samp., 1913	Centaurée jaune, Chlore non perfoliée	-	EN (RA) DD (Corse) DD (MP)	-	ZH
Cyperaceae	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Bolbochoin maritime	-	LC	-	ZH
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>	Bourrache officinale	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Bromus lanceolatus</i>	Brome lancéolé	-	LC	-	-
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i>	Bryone dioïque	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	-	LC	-	-
Campanulaceae	<i>Campanula erinus</i>	Campanule érine	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Cardamine pratensis</i>	Cardamine dentée	-	LC	VU	ZH
Asteraceae	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Chardon à tête dense	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Carduus tenuiflorus</i>	Chardon à petites fleurs	-	LC	-	-
Cyperaceae	<i>Carex divisa</i>	Laïche divisée	-	LC	-	ZH
Cyperaceae	<i>Carex extensa</i> Gooden., 1794	Laïche étirée	-	LC (Corse)		ZH



Asteraceae	<i>Carlina lanata</i> L., 1753	Carlina laineuse	-	CR (Corse)		
Asteraceae	<i>Centaurea aspera</i>	Centauree rude	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Centaurea calcitrapa</i>	Centauree chausse-trappe	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Centaurea melitensis</i>	Centauree de Malte	-	LC	-	-
Gentianaceae	<i>Centaureum tenuiflorum</i>	Petite-centauree à petites fleurs	-	LC	-	ZH
Caprifoliaceae	<i>Centranthus calcitrapae</i>	Centranthe chausse-trappe	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i>	Ceraiste aggloméré	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Cerastium pumilum</i>	Ceraiste diffus	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Cerastium semidecandrum</i>	Ceraiste à cinq étami étamines	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Cercis siliquastrum</i>	Arbre de Judée	-	NA	-	-
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc	-	NA	-	-
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	Cirse commun	-	LC	-	-
Cistaceae	<i>Cistus monspeliensis</i>	Ciste de Montpellier	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Clematis flammula</i>	Clématite flammette	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	Clématite des haies	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Clinopodium nepeta</i>	Clinopode népéta	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Cortaderia selloana</i>	Herbe de la pampa	-	NA	-	-
Crassulaceae	<i>Crassula tillaea</i>	Crassule tillée	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Crepis foetida</i>	Crépide fétide	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Crepis pulchra</i>	Crépide élégante	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Crepis sancta</i>	Crépide sacrée	-	NA	-	-
Asteraceae	<i>Crepis vesicaria</i>	Crépide vésiculeuse	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Cynoglossum creticum</i>	Cynoglosse de Crète	-	LC	-	-
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	-	LC	-	-
Caprifoliaceae	<i>Dipsacus fullonum</i>	Cardère à foulon	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Dittrichia graveolens</i>	Inule fétide	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Dittrichia viscosa</i>	Inule visqueuse	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Draba verna</i>	Drave printanière	-	LC	-	-
Cucurbitaceae	<i>Ecballium elaterium</i>	Momordique élatérium	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Echium asperum</i>	Vipérine très rude	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	Vipérine commune	-	LC	-	-
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Chalef à feuilles étroites	-	NA	-	-
Poaceae	<i>Elytrigia acuta</i>	Chiendent aigu	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Elytrigia elongata</i>	Chiendent allongé	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Elytrigia repens</i>	Chiendent rampant	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Teucrium dunense</i>	Germandrée des dunes				
Geraniaceae	<i>Erodium ciconium</i>	Érodium bec-de-cigogne	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Érodium acaule	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Ervum tetraspermum</i>	Ers à quatre graines	-	LC	-	-
Ephedraceae	<i>Ephedra distachya</i>	Raisin de mer				
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia characias</i>	Euphorbe characias	-	LC	-	-



Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbe réveil matin	-	LC	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia maculata</i>	Euphorbe tachée	-			
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia segetalis</i>	Euphorbe des moissons	-	LC	-	-
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	Figuier d'Europe	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Filago pygmaea</i>	Cotonnière pygmée	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Filago pyramidata</i>	Cotonnière pyramidale	-	LC	-	-
Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i>	Frankénie pulvérulente	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Galactites tomentosus</i>	Galactitès tomenteux	-	LC	-	-
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium lucidum</i>	Géranium luisant	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium molle</i>	Géranium mou	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium robertianum</i>	Géranium pourpre	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium rotundifolium</i>	Géranium à feuilles rondes	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Hedypnois rhagadioloides</i>	Hédypnoïs faux rhagadiole	-	LC	-	-
Cistaceae	<i>Helianthemum hirtum</i>	Hélianthème hérissé	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Helichrysum stoechas</i>	Hélichryse stoechade	-	LC	-	-
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Héliotrope de Curaçao	-	NA	-	-
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium europaeum</i>	Héliotrope d'Europe	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Helminthotheca echinoides</i>	Picride fausse vipérine	-	LC	-	-
Orchidaceae	<i>Himantoglossum robertianum</i>	Himantoglosse de Robert	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana</i>	Hirschfeldie blanchie	-	LC	-	-
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis perforé	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	Porcelle glabre	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	Porcelle enracinée	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Hordeum marinum</i> Huds., 1778	Orge maritime, Orge marine	-	LC (Corse) EN (MP)	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus acutus</i>	Jonc aigu	-	LC	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus articulatus</i>	Jonc articulé	-	LC	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	Jonc épars	-	LC	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus maritimus</i>	Jonc maritime	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i>	Laitue scariole	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Lagurus ovatus</i>	Lagure ovale	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamier embrassant	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Lepidium draba</i>	Passerage drave	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Limbarda crithmoides</i> (L.) Dumort., 1827	Inule faux crithme	-	LC (Corse)	-	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium cuspidatum</i>	Limonium cuspidé	NV1	LC	-	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium duriusculum</i>	Limonium plutôt dur	-	NT	-	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium echinoides</i>	Limonium fausse vipérine	-	LC	-	-



Plumbaginaceae	<i>Limonium girardianum</i>	Limonium de Girard	NV1	LC	-	ZH
Plumbaginaceae	<i>Limonium narbonense</i>	Limonium de Narbonne	-	LC	-	ZH
Plumbaginaceae	<i>Limonium virgatum</i>	Limonium en baguette	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Lobularia maritima</i>	Lobulaire maritime	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Lotus herbaceus</i>	Lotier herbacé	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Lotus hirsutus</i>	Lotier hirsute	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Lycopsis arvensis</i>	Lycopside des champs	-	LC	-	-
Primulaceae	<i>Lysimachia arvensis</i>	Lysimaque des champs	-	LC	-	-
Primulaceae	<i>Lysimachia linum-stellatum</i>	Lysimaque lin-étoilé	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	Marrube commun	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Medicago minima</i>	Luzerne naine	-	LC	-	-
Euphorbiaceae	<i>Mercurialis annua</i>	Mercuriale annuelle	-	LC	-	-
Asparagaceae	<i>Muscari comosum</i>	Muscari chevelu	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Myosotis pusilla</i>	Myosotis fluet	NV1	LC	VU	-
Boraginaceae	<i>Myosotis ramosissima</i>	Myosotis très rameux	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Neatostema apulum</i>	Néatostème d'Apulie	-	LC	-	-
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i>	Onagre bisannuelle	-	NA	-	-
Poaceae	<i>Oloptum miliaceum</i>	Oloptum millet	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Ononis mitissima</i>	Bugrane sans épine	-	VU	-	-
Fabaceae	<i>Ononis spinosa</i>	Bugrane épineuse	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Onopordum illyricum</i>	Onoporde d'Illyrie	-	LC	-	-
Orchidaceae	<i>Ophrys passionis</i>	Ophrys de la Passion	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Pallenis spinosa</i>	Pallénide épineuse	-	LC	-	-
Amaryllidaceae	<i>Pancratium maritimum</i>	Pancrais maritime	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Parapholis incurva</i>	Lepture courbé	-	LC	-	-
Orobanchaceae	<i>Parentucellia latifolia</i>	Parentucelle à feuilles larges	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Petrorhagia prolifera</i>	Pétiorrhagie prolifère	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Phleum arenarium</i>	Fléole des sables	-	-	-	-
Oleaceae	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Phillyrée à feuilles étroites	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Phleum pratense</i>	Fléole noueuse	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Phragmite austral	-	LC	-	ZH
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago afra</i>	Plantain psyllium	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago arenaria</i>	Plantain des sables	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>	Plantain corne-de-cerf	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago lagopus</i>	Plantain queue-de-lièvre	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	-	LC	-	-
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>	Renouée des oiseaux	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Polypogon maritimus</i>	Polypogon maritime	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Polypogon de Montpellier	-	LC	-	ZH
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc	-	LC	-	ZH



Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	-	LC	-	ZH
Rosaceae	<i>Poterium sanguisorba</i>	Potérium sanguisorbe	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus parviflorus</i>	Renoncule à petites fleurs	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Renoncule aquatique	-	LC	-	-
Resedaceae	<i>Reseda phyteuma</i>	Réséda jaune	-	LC	-	-
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux-acacia	-	NA	-	-
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Rostraria pubescens</i> (Lam.) Trin., 1820	Koélérie du littoral	-	NT (Corse)		Poaceae
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	Ronce à feuilles d'Orme	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Sabulina tenuifolia</i>	Minuartie à petites feuilles	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Salicornia fruticosa</i>	Salicorne ligneuse	-	LC	-	ZH
Salicaceae	<i>Salix alba</i>	Saule blanc	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Salsola kali</i>	Soude salsovie	-	LC	-	-
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir	-	LC	-	-
Primulaceae	<i>Samolus valerandi</i>	Samole de Valérand	-	LC	-	ZH
Saxifragaceae	<i>Saxifraga tridactylites</i>	Saxifrage à trois doigts	-	LC	-	-
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	Scabieuse pourpre noir	-	LC	-	-
Cyperaceae	<i>Scirpoides holoschoenus</i>	Faux scirpe jonc	-	LC	-	ZH
Crassulaceae	<i>Sedum cespitosum</i>	Orpin cespiteux	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i>	Séneçon commun	-	LC	-	-
Rubiaceae	<i>Sherardia arvensis</i>	Shérardie des champs	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Silene latifolia</i>	Silène armérie	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Silene nocturna</i>	Silène nocturne	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Silybum marianum</i>	Silybe de Marie	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Soda inermis</i>	Soude inerme	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Sonchus asper</i>	Laiteron épineux	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Sonchus bulbosus</i>	Laiteron bulbeux	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Sonchus maritimus</i>	Laiteron maritime	-	LC	-	ZH
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	Tamaris des Canaries	-	LC	-	-
Apiaceae	<i>Torilis nodosa</i>	Torilide noueuse	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Tragopogon dubius</i>	Salsifis douteux	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Trifolium arvense</i>	Trèfle des champs	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i>	Trèfle doré	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Trifolium scabrum</i>	Trèfle scabre	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Tripidium ravenae</i>	Tripidium de Ravenne	-	LC	-	ZH
Fabaceae	<i>Ulex parviflorus</i> Pourr., 1788	Ajonc à petites fleurs, Ajonc de Provence	-	-	-	-
Ulmaceae	<i>Ulmus minor</i>	Orme mineur	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Urospermum picroides</i>	Urosperme fausse picride	-	LC	-	-
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque	-	LC	-	-
Rubiaceae	<i>Valantia muralis</i>	Vaillantie des murs	-	LC	-	-
Caprifoliaceae	<i>Valerianella locusta</i>	Valérianelle potagère	-	LC	-	-



Scrophulariaceae	<i>Verbascum sinuatum</i>	Molène sinuée	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Veronica arvensis</i>	Véronique des champs	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i>	Vesce cultivée	-	NA	-	-
Zosteraceae	<i>Zostera marina</i> L., 1753	Zostère maritime, Varech des bords de mer, Varech marin	PACA	DD (Corse) CR (PACA)	-	-
Zosteraceae	<i>Zostera noltei</i> Hornem., 1832	Varech de Nolti, Zostère naine	PACA	DD (Corse) EN (PACA)	-	-



Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés

Relevé effectué par L. VALLEJO les 09 et 17 avril 2026.

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Araneae	Araneidae	Épeire de velours <i>Agelenatea redii</i> (Scopoli, 1763)		Très faible		
	Thomisidae	Thomise Napoléon <i>Synema globosum</i> (Fabricius, 1775)		Très faible		
Coleoptera	Carabidae	Cicindela maroccana <i>Cicindela maroccana</i> Fabricius, 1801		Très faible		
		Lophyra flexuosa <i>Lophyra flexuosa</i> (Fabricius, 1787)		Faible		
	Chrysomelidae	Chrysomèle perforée <i>Chrysolina hyperici</i> (Forster, 1771)		Très faible		
		Chrysomèle populaire <i>Chrysomela populi</i> Linnaeus, 1758		Très faible		
		Lachnaia tristigma <i>Lachnaia tristigma</i> (Lacordaire, 1848)		Très faible		
	Coccinellidae	Coccinelle à 7 points <i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758		Très faible		
	Scarabaeidae	Oxythyrea funesta <i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761)		Très faible		
		Tropinota hirta <i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761)		Très faible		
	Tenebrionidae	Tentyria mucronata <i>Tentyria mucronata</i> Steven, 1829		Très faible		
Diptera	Bibionidae	Bibion de S. Marc rouge <i>Bibio hortulanus</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Bombyliidae	Bombylella atra <i>Bombylella atra</i> (Scopoli, 1763)		Très faible		
	Syrphidae	Eupeodes corollae <i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)		Très faible		
Hemiptera	Cercopidae	Cercope <i>Cercopis vulnerata</i> Rossi, 1807		Très faible		
	Lygaeidae	Punaise écuyère <i>Lygaeus equestris</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Miridae	Lygus pratensis <i>Lygus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Pentatomidae	Staria lunata <i>Staria lunata</i> (Hahn, 1835)		Très faible		
	Pyrrhocoridae	Gendarme <i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Reduviidae	Rèduve à pattes rouges <i>Rhynocoris erythropus</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible		
Hymenoptera	Apidae	Abeille charpentière <i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		



		Abeille domestique <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758		Très faible		
	Mutillidae	Nemka viduata <i>Nemka viduata</i> (Pallas, 1773)		Très faible		
	Vespidae	Polistes gallicus <i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible		
Lepidoptera	Hesperiidae	Hespérie de l'Alcée <i>Carcharodus alceae</i> (Esper, 1780)		Très faible		
	Lycaenidae	Azuré de la Bugrane <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)		Très faible	LC	LC
		Thécla de la Ronce <i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
	Nymphalidae	Mégère <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible	LC	LC
		Vulcain <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
	Papilionidae	Machaon <i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758		Très faible	LC	LC
	Pieridae	Citron de Provence <i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible	LC	LC
		Marbré-de-vert <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
		Piérade de la Rave <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
		Piérade du Chou <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
		Souci <i>Colias crocea</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785)		Très faible	LC	LC
	Sphingidae	Moro-Sphinx <i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
		Sphinx de l'Argousier <i>Hyles hippophaes</i> (Esper, 1789)	CDH4 IBE2 NI2	Fort		
Mantodea	Empusidae	Empuse commune <i>Empusa pennata</i> (Thunberg, 1815)		Très faible		
Odonata	Aeshnidae	Anax napolitain <i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)		Très faible	LC	LC
	Coenagrionidae	Agrion élégant <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)		Très faible	LC	LC
	Lestidae	Leste brun <i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)		Très faible	LC	LC
	Libellulidae	Orthétrum réticulé <i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
Orthoptera	Acrididae	Criquet égyptien <i>Anacridium aegyptium</i> (Linnaeus, 1764)		Très faible		LC
		OEdipode automnale <i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)		Très faible		LC
		OEdipode framboisine <i>Acrotylus fischeri</i> Azam, 1901		Très faible		LC
		OEdipode grenadine <i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)		Très faible		LC



Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

NI1 : Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 2 (protection nationale habitat)

NI2 : Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 3 (protection nationale individus)

RI11 : Liste des insectes protégés en région Île-de-France - Article 1

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens

Relevé effectué par Naturalia en 2019 et 2021, Evinerude en 2025 et Vincent HALLOT (ECO-MED) les 10 et 31 mars, 07 et 21 avril 2026.

Espèce	DONNÉES BIBLIO ECO-MED	NATURALIA	EVINERUDE	10/03/2026	31/03/2026	07/04/2026	21/04/2026	05/05/2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Crapaud calamite* <i>Epidalea calamita</i> (Laurenti, 1768)	✓	✓		✓		✓	✓	✓	CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC
Grenouille de Pérez* / Grenouille de Graf* <i>Pelophylax perezi</i> (Seoane, 1885) / <i>Pelophylax kl. grafi</i> (Crochet, Dubois, Ohler & Tunner, 1995)		✓							IBE3 FRAR2	Modéré			NT	NT
Grenouille rieuse* <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas, 1771)	✓		✓	✓		✓			IBE3 CDH5 FRAR3	Nul	LC	LC	LC	
Pélodyte ponctué* <i>Pelodytes punctatus</i> (Daudin, 1803)			✓	✓	✓			✓	IBE3 FRAR2	Fort	LC	LC	LC	LC
Grenouille verte indéterminée* <i>Pelophylax Fitzinger</i> , 1843				✓		✓	✓	✓	IBE3	Faible				
Rainette méridionale* <i>Hyla meridionalis</i> Böttger, 1874	✓		✓	✓		✓			CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III



NAR2 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

NAR3 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 3

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles

Relevé effectué par Naturalia en 2019 et 2021, Evinerude en 2025 et Vincent HALLOT (ECO-MED) les 05 et 15 mai 2026.

Espèce	DONNÉES BIBLIO ECO-MED	NATURALIA	EVINERUDE	18/02/2026	04/03/2026	10/03/2026	20/03/2026	31/03/2026	07/04/2026	09/04/2026	21/04/2026	05/05/2026	15/05/2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Couleuvre de Montpellier* <i>Malpolon monspessulanus</i> (Hermann, 1804)	✓	✓	✓											IBE3 FRAR3	Modéré	LC	LC	LC	NT
Couleuvre vipérine* <i>Natrix maura</i> (Linnaeus, 1758)			✓											IBE3 FRAR3	Faible	LC	LC	LC	NT
Lézard des murailles* <i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)	✓		✓		✓		✓			✓		✓	✓	CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC
Tarente de Maurétanie* <i>Tarentola mauritanica</i> (Linnaeus, 1758)	✓		✓	✓						✓	✓	✓	✓	IBE3 FRAR3	Très faible	LC	LC	LC	LC

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

NAR2 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

NAR3 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 3



Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux

Relevé effectué par le CEN PACA, la LPO PACA, les bureaux d'études EGIS, Naturalia, Evinerude et ECO-MED en 2006, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 et 2025, 2026

Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Bihoreau gris* (<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758))											✓		IBE2 NO3 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	NT	VU
Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)										✓			NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Bouscarle de Cetti* <i>Cettia cetti</i> (Temminck, 1820)					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Bruant proyer* <i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758												✓	NO3 IBE3	Faible	LC	LC	LC	NT
Busard des roseaux* <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)				✓	✓			✓	✓		✓		NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	LC	NT	EN
Buse variable* <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)		✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓		NO3 IBO2 IBE3 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758										✓	✓		IBO2 IBE3 IBOAE CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Chardonneret élégant* <i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	VU	LC
Chevalier guignette* <i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)								✓	✓	✓	✓		IBE2 NO3 IBO2 IBOAE	Très faible	LC	LC	-	-
Choucas des tours* <i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758												✓	NO3 CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Cisticole des joncs* <i>Cisticola juncidis</i> (Rafinesque, 1810)		✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	NO3 IBE3	Faible	LC	LC	VU	LC
Cochevis huppé* <i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓			✓		✓	NO3 IBE3	Faible	LC	LC	LC	VU
Corbeau freux <i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758												✓	CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Corneille noire <i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758					✓			✓		✓	✓	✓	IBE3 CDO22	Très faible	LC	LC	LC	VU
Coucou geai* <i>Clamator glandarius</i> (Linnaeus, 1758)					✓				✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Modéré	LC	LC	LC	VU
Echasse blanche* <i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)				✓			✓				✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Epervier d'Europe* <i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)			✓								✓		NO3 IBO2 IBE3 NO6 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Étourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758					✓			✓		✓	✓	✓	CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Faucon crécerelle* <i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758		✓			✓						✓		IBE2 NO3 IBO2 CCA	Faible	LC	LC	NT	NT
Faucon hobereau* <i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758										✓	✓		IBE2 NO3 IBO2 CCA	Modéré	LC	LC	LC	NT
Fauvette à lunette* <i>(Curruca conspicillata)</i>										✓			IBE2 NO3	Faible	LC	LC	EN	EN
Fauvette grisette* <i>(Sylvia communis)</i>							✓						IBE2 NO3	Faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette mélanocéphale* <i>Sylvia melanocephala</i> (Gmelin, 1789)					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	NT	LC
Fauvette passerinette* <i>Sylvia cantillans</i> (Pallas, 1764)				✓	✓		✓						IBE2 NO3	Faible	LC	-	LC	LC
Gobemouche noir* <i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)				✓	✓					✓			IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	VU	
Goéland leucophée* <i>Larus michahellis</i> Naumann, 1840												✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Grand Cormoran* <i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)												✓	NO3 IBE3 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	NT
Grive musicienne <i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831												✓	IBE3 CDO22 OC3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Guêpier d'Europe* <i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		IBE2 NO3 IBO2	Faible	LC	LC	LC	LC
Héron garde-bœufs* <i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)								✓		✓	✓		NO3 IBE3 CCA IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle rustique* <i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758					✓				✓		✓		IBE2 NO3	Faible	LC	LC	NT	NT
Huîtrier pie* <i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758					✓		✓		✓		✓		IBE3 IBOAE CDO22 OC3	Très faible	NT	VU	LC	CR
Huppe fasciée* <i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758				✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	NO3 IBE3	Modéré	LC	LC	LC	LC
Martin-pêcheur d'Europe* <i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)									✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3 CDO1	Très faible	LC	VU	VU	LC
Martinet noir* <i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)					✓						✓		NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Mésange à longue queue*												✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)																		
Mésange bleue* <i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)												✓	NO3 IBE2	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange charbonnière* <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758										✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Milan noir * <i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Moineau domestique* <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓				✓	✓	NO3	Très faible	LC		LC	LC
Mouette mélanocéphale* <i>Ichthyaetus melanocephalus</i> (Temminck, 1820)										✓	✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	VU
Mouette rieuse* <i>Chroicocephalus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)					✓				✓	✓	✓		NO3 IBE3 IBOAE CDO22	Très faible	LC	LC	NT	VU
Œdicnème criard* <i>Burhinus oedicnemus</i> (Linnaeus, 1758)		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Modéré	LC	LC	LC	NT
Perdrix rouge <i>Alectoris rufa</i> (Linnaeus, 1758)										✓	✓	✓	IBE3 CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	VU
Petit-duc scops* <i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)					✓				✓	✓	✓		IBE2 NO3 CCA	Modéré	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Pic épeichette* <i>Dendrocopos minor</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓			✓	✓	✓	IBE2 NO3	Faible			VU	LC
Pic vert* (<i>Picus viridis</i>)												✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pie bavarde <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓		✓	✓	✓	✓	CD022	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)					✓								IBE2 NO3	Faible	LC	LC	VU	CR
Pinson des arbres* <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758												✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit des arbres* (<i>Anthus trivialis</i>)							✓						IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit farlouse* <i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)									✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	NT	NT	VU	-
Pouillot de Bonelli* <i>Phylloscopus bonelli</i> (Vieillot, 1819)				✓	✓								NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pouillot de Sibérie* <i>Phylloscopus collybita tristis</i> Blyth, 1843												✓	NO3 IBE3	Très faible	-	-	-	-
Pouillot fitis* <i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)							✓		✓	✓			NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Pouillot siffleur* <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)					✓		✓						IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pouillot véloce* <i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)				✓	✓						✓		NO3 IBE3	Très faible	LC	-	LC	NT
Roitelet huppé* <i>Regulus regulus</i>											✓		IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Rollier d'Europe* <i>Coracias garrulus</i> Linnaeus, 1758					✓		✓	✓			✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Fort	LC	LC	NT	NT
Rossignol philomèle* <i>Luscinia megarhynchos</i> C. L. Brehm, 1831)										✓			IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	NT
Rougegorge familier* <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758))										✓	✓		IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rougequeue noir* <i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774))										✓			IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	LC
Sterne hansel* <i>Gelochelidon nilotica</i>)											✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	VU	EN
Sterne pierregarin* <i>Sterna hirundo</i>)											✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	VU
Tadorne de Belon* <i>Tadorna tadorna</i> (Linnaeus, 1758)			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3 IBO2 IBOAE	Modéré	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Troglodyte mignon* (<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758))										✓			IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)											✓		IBE2 NO3	Faible	LC	LC	VU	VU



Légende

Observation

Effectifs : **X** = quelques (inférieur à 10 individus ou 5 couples), **XX** = nombreux (supérieurs à 10 individus ou 5 couples), **Cple** = couple(s), **M** = male(s), **F** = femelle(s), **Juv** = Juvénile(s), **Fam** = famille(s), **Cht** = chant, **Ind** = individu(s)

Statut de protection

CDO1 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe I

CDO21 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe II/1

CDO22 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe II/2

CDO31 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe III/1

CDO32 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe III/2

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) – Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) – Annexe III

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II

Ngib_ch_1 : Liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée – Premier

NO3 : Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – Article 3

Statut biologique

Npo : Nicheur possible

Npr : Nicheur probable

Nc : Nicheur certain

Nalim : Nicheur hors de la zone d'étude exploitée pour l'alimentation

Migr : Migrateur (total ou partiel)

Hiv : Hivernant

Est : Estivant

Tra : En transit

Err : Erratique

Sed : Sédentaire

Nicheur possible

1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.

Nicheur probable

3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.

Nicheur certain

10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adultes entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couvrir.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).

Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EBCC (European BirdCensus Council).



Statut de conservation

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée

*w : évaluations basées sur les données hivernales

Sources : UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 ; BirdLife International, 2015 ; LPO PACA & CEN PACA, 2020



Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères terrestres

Relevé effectué par Léo SERANNE le 17/03/2023 et complété par les autres experts d'ECO-MED.

FAMILLE/espèce	Statut de protection	Liste rouge France (UICN 2017)	Type d'indice de présence
CANIDAE			
Renard roux <i>Vulpes vulpes</i>		LC	Vu + fèces + empreinte
LEPORIDAE			
Lapin de garenne <i>Oryctolagus cuniculus</i>		NT	Vu + fèces + garenne
MUSTELIDAE			
Fouine <i>Martes foina</i>	CBE3	LC	Empreinte
SUIDAE			
Sanglier <i>Sus scrofa</i>		LC	Fèces + empreinte
SORICIDAE			
Crocidure des jardins <i>Crocidura suaveolens</i>	CBE3	NT	Reste osseux
Crocidure musette <i>Crocidura russula</i>	CBE3	LC	Reste osseux
SCIURIDAE			
Ecureuil roux <i>Sciurus vulgaris</i>	NM2, CBE3	LC	Cônes de pins rongés

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II

NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er

NM2 : Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

Statut de conservation

Listes rouges mondiale, européenne et nationale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 9 Relevé relatif aux chiroptères

Relevés effectués par Lénéaïc ROUSSEL et Mathieu FAURE (NATURALIA), Natalia CIVIL, Carla LEON, Léo SERANNE et Aurélien BIRO les 07/02/2018, 26/04/2018, 30/04/2018, 15/06/2018, 18 septembre 2018, 08 juillet 2021, 14 septembre 2021, 13/06/2022, 31 août 2022, 09/06/2023, 03 juillet 2023, 06 septembre 2023 et 18 octobre 2023.

Espèces		Statut de protection	Liste rouge France (UICN 2017)
MINIOPTERIDAE			
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	VU
MOLOSSIDAE			
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
RHINOLOPHIDAE			
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
VESPERTILONIDAE			
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Murin groupe des Natterer	<i>Myotis nattereri/Myotis crypticus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Pipistrelle de Khul	<i>Pipistrellus khulii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II

NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er

NM2 : Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2



Statut de conservation

Listes rouges mondiale, européenne et nationale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 10 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité

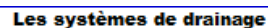
Etant donnée la grande diversité des milieux et l'importante richesse spécifique des groupes taxonomiques étudiés, il est très difficile, voire impossible, de réaliser un inventaire exhaustif de la zone d'étude à moins d'un effort considérable et encore. Il s'agit davantage d'une vision globale mais imprécise de la zone d'étude.

Le problème majeur de tous les protocoles d'inventaires ou de suivis d'espèces est la **détection**. En effet, la difficulté rencontrée lorsque l'on étudie la biodiversité sur le terrain est que les individus ou les espèces ne sont pas tous détectables avec la même facilité et ne sont donc pas nécessairement toutes détectés. Un grand nombre de facteurs vont influencer cette détection des espèces, par exemple :

- leur biologie, éthologie et écologie (rythme d'activité saisonnier (=phénologie) ou journalier (diurne/nocturne), localisation des zones plus ou moins denses en végétation, comportement cryptique, discrétion, taille, etc.),
- l'effet observateur potentiellement très fort (expérience relative, a priori sur les espèces et familiarité plus ou moins forte avec certaines, fatigue, temps de prospection réalisé, etc.),
- les conditions météorologiques (précipitations, température, vent, lune, etc.).



Annexe 11 Résultats bruts des valeurs des indicateurs de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides



L'érosion

598

Page 7



Réf. du rapport : 2607-RP5848-VNEI-DDEP-IND-MISTRAL-FOS SUR MER13 V2



Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Les habitats

Richesse en habitats	25, 27, 29, 47, 48	Un grand nombre d'habitats indique des conditions favorables à l'accueil d'une faune et d'une flore variée. 			Avant impact		Nombre d'habitats nat. très élevé.
					Avec impact envisagé		Nombre d'habitats nat. très élevé.
					Après impact		
Équipartition des habitats	25, 27, 29, 47, 48	Une répartition équilibrée des habitats indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à chacun. 			Avant impact		Répartition des habitats nat. assez équilibrée.
					Avec impact envisagé		Répartition des habitats nat. assez équilibrée.
					Après impact		
Habitats hygrophiles	25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes. 			Avant impact		Emprise d'habitats hygrophiles importante (78 %).
					Avec impact envisagé		Emprise d'habitats hygrophiles importante (78 %).
					Après impact		
Habitats non hygrophiles	25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats non hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de courtes périodes. 			Avant impact		Emprise d'habitats non hygrophiles très réduite (7 %).
					Avec impact envisagé		Emprise d'habitats non hygrophiles très réduite (7 %).
					Après impact		
Habitats halophiles	25, 27, 29	Une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres. spécifique aux sites est., côtiers, de pannes dunaires ou pântan. 			Avant impact		Emprise d'habitats halophiles très réduite (5 %).
					Avec impact envisagé		Emprise d'habitats halophiles très réduite (5 %).
					Après impact		
Habitats non halophiles	25, 27, 29	Une faible emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à l'assimilation végétale de l'acote, à la rétention des sédiments et à la faune et la flore inféodées aux zones humides ni salées ni saumâtres. spécifique aux sites est., côtiers, de pannes dunaires ou pântan. 			Avant impact		Emprise d'habitats non halophiles importante (80 %).
					Avec impact envisagé		Emprise d'habitats non halophiles importante (80 %).
					Après impact		



Rareté de l'anthropisation de l'habitat	25, 27, 29, 47, 48	<i>L'absence d'activités anthropiques intensives favorise l'accueil de la faune et de la flore.</i>	  		Avant impact		Emprise d'hab. nat. forte.
					Avec impact envisagé		Emprise d'hab. nat. forte.
					Après impact		
Rareté des invasions biologiques végétales	25, 27, 29	<i>Une faible emprise d'espèces végétales associées à des invasions biologiques favorise l'accueil de la faune et de la flore autochtones.</i>	  		Avant impact		Absence d'esp. vég. inv.
					Avec impact envisagé		Absence d'esp. vég. inv.
					Après impact		
Rareté de la fragmentation	59	<i>La faible fragmentation d'un habitat indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à celui-ci.</i>	  		Avant impact		Fragmentation très faible (74,2 m/ha).
					Avec impact envisagé		Pas de fragmentation entre habitats
					Après impact		
Similarité avec le paysage	17, 25, 27, 29	<i>Une forte ressemblance entre les milieux dans le site et dans le paysage favorise les connexions entre habitats.</i>	  		Avant impact		Habitats assez différents du paysage.
					Avec impact envisagé		Habitats assez différents du paysage.
					Après impact		



Indicateur 2bis

Dans le paysage						
Richesse en milieux	17	Un grand nombre de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Assez grand nombre de milieux naturels et/ou avec une emprise assez importante.
Équipartition des milieux	17	Une grande diversité de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Répartition des milieux naturels équilibrée.
Corridors boisés	18	Une forte densité de corridors boisés dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Densité de corr. boisés très réduite.
Corridors aquatiques permanents	19	Une forte densité de corridors aquatiques permanents dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Densité de corr. aq. perm. importante (0,8km/100ha).
Corridors aquatiques temporaires	19	Une forte densité de corridors aquatiques temporaires dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Densité de corr. aq. temp. très réduite (0 km/100ha).
Rareté des grandes infrastructures de transport	19	Une faible densité de grandes infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Densité de grandes infrast. de transp. assez importante (0,5 km/100ha).
Rareté des petites infrastructures de transport	19	Une faible densité de petites infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Densité de petites infrast. de transp. réduite (2 km/100ha).
Rareté de l'anthropisation des milieux	18	De faibles perturbations anthropiques dans le paysage favorisent l'accueil de la biodiversité ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.				Anthropisation assez importante (cultures et urbanisations).



Annexe 12 Etude hydraulique – Projet Mistral – Hydratis



Rapport n° 913 – V1 – 26

Date : 07/05/2026

ETUDE HYDRAULIQUE

RAPPORT

Projet Mistral,
Port-Saint-Louis-du-Rhône (13 230)

Adressé à : Antea France

Adresse : 803 Boulevard Duhamel du Monceau, ZAC du Moulin, Olivet (45 160)

Agence – Technopole du Petit Arbois – Avenue Louis Philibert, 13 100 Aix-en-Provence
Tél : +33 (0)6 79 46 89 91 – Mail : contact@hydratis.com
SIRET - S.A.S.U. au capital de 30000 €

Table des matières

1.	Objectif de l'étude et implantation géographique	5
2.	Historique de la parcelle compensatoire	7
2.1.	Contexte historique	7
2.1.1.	Evolution paysagère et aménagements alentours	7
2.1.2.	Analyse visuelle et reconstitution historique	8
2.2.	Origine de la salinité	8
2.3.	Occupations des sols et usage historique.....	10
3.	Contexte géologique et topographique.....	12
3.1.	Topographie de la zone.....	12
3.2.	Contexte géologique et géomorphologique.....	13
3.3.	Risques naturels	15
4.	Climat et météo locale.....	16
4.1.	Caractéristiques générales	16
4.2.	Saisonnalité et implications locales.....	17
4.3.	Le vent et le rôle du mistral	17
5.	Hydraulique et hydrologie de la zone	18
5.1.	Apports et pertes hydriques.....	18
5.2.	Contraste entre eau douce et eau saumâtre.....	22
5.3.	Complexité du réseau et rôle des ouvrages	23
5.4.	Observations terrain.....	23
5.5.	Alternance inondation/sécheresse.....	24
5.6.	Gestion anthropique.....	24
5.7.	Synthèse hydraulique	29
6.	Données de pluviométrie	30
7.	Bases de modélisation hydraulique du secteur de compensation	32
7.1.	Bassin versant.....	32
7.2.	Occupation du sol entré dans le modèle.....	32
7.3.	Calibrage de la modélisation	34
7.4.	Résultats	35
7.4.1.	Hauteurs d'eau	35
7.4.2.	Vitesses.....	37
8.	Zones de compensation stratégiques	38
8.1.	Elévation du terrain	38



8.2.	Activité du manadier	39
8.3.	Présence de traces de sel	40
8.4.	Eaux stagnantes	41
8.5.	Mesures par sondes piézométriques	41
9.	Evolution du présent rapport.....	42
10.	Potentiel provisoire	43
11.	Signature.....	43



Table des Figures

Figure 1: Localisation du projet – Géoportail	5
Figure 2: Extrait cadastral – Géoportail	6
Figure 3: Frise chronologique de l'Etang de l'Oiseau et de ses alentours	8
Figure 4: Extrait de la carte des sols – Géoportail	9
Figure 5: Sol blanc craquelé et salinité	10
Figure 6: Carte d'occupation des sols - sit.pnrsud.fr	11
Figure 7: Profil altimétrique du Sud au Nord	12
Figure 8: Profil altimétrique d'Est en Ouest	13
Figure 9: Extrait de la carte géologique - Infoterre	15
Figure 10: Températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)	16
Figure 11: Graphique des températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)	17
Figure 12: Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mars 2026	18
Figure 13: Localisation du piézomètre	19
Figure 14: Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mars 2026)	19
Figure 15: Image radar de cumul de pluie - meteociel	20
Figure 16: Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois d'Avril 2026	20
Figure 17: Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Avril 2026)	21
Figure 18: Carte des surfaces hydrographiques	22
Figure 19: Carte de conductivité en ms/cm ²	23
Figure 20: Présence de digues sur le terrain	24
Figure 21: Photographies aériennes 1958 et report de la parcelle compensatoire	25
Figure 22: Refoulement des sols et eaux de mer	27
Figure 23: Dragageuses le 6 juin 1981 et vue actuelle	28
Figure 24: Sel rejeté et zones projetées	29
Figure 25: Estimation des perméabilités des sédiments quaternaires modernes – Griotet 1976	30
Figure 26: Coefficients de Montana – Istres – Statistiques sur la période 1982-2021 – Météo France	30
Figure 27: Triangle de Desbordes	31
Figure 28: Limites géographiques du modèle	32
Figure 29: Carte d'occupation du sol – Corine Land Cover	33
Figure 30: Légende carte d'occupation du sol - Corine Land Cover	33
Figure 31: Paramètres de calage	35
Figure 32: Légende par 0.05 m - Hauteurs - Etat initial	36
Figure 33: Légende par 0.1 m/s - Vitesses - Etat initial	37
Figure 34: Elévation du terrain	38
Figure 35: Zone préférentielle de présence des taureaux	39
Figure 36: Traces de sel apparentes sur le terrain	40
Figure 37: Cartographie des hauteurs d'eau sur le site – zones contenant le moins d'eau	41
Figure 38: Emplacement des sondes de hauteur d'eau	42



1. Objectif de l'étude et implantation géographique

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet Mistral visant à établir un prédiagnostic hydraulique de la parcelle visée par la compensation ZH. Cette parcelle est située au Port-Saint-Louis-du-Rhône et au Sud d'une partie du canal de navigation du Rhône au port de Fos-Sur-Mer, elle empiète sur les parcelles cadastrales A 0105, A 0106, A 0107, A 0389, B 0101, B 0126 et B 0124 au sein de l'Etang de l'Oiseau.

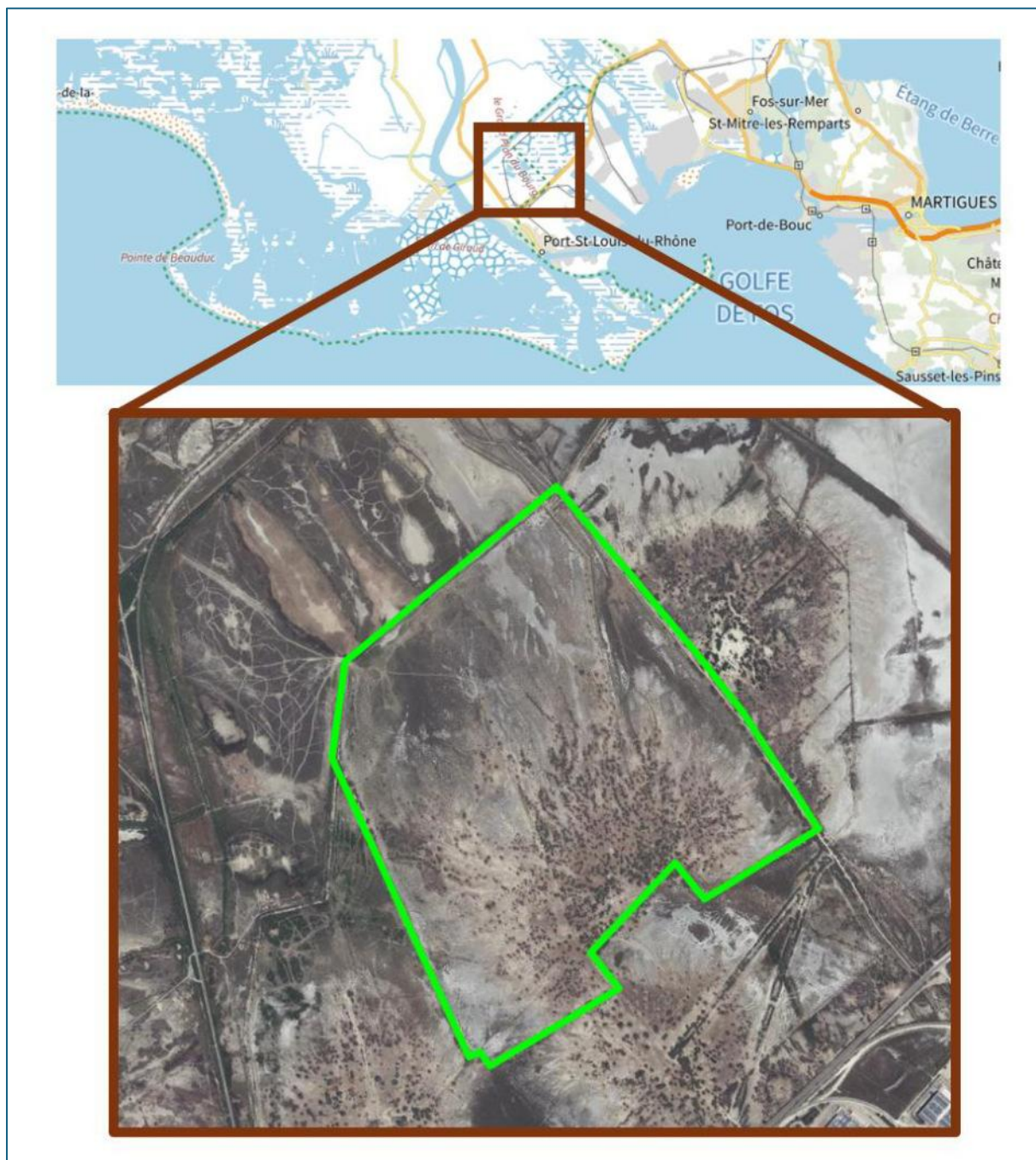


Figure 1: Localisation du projet – Géoportail

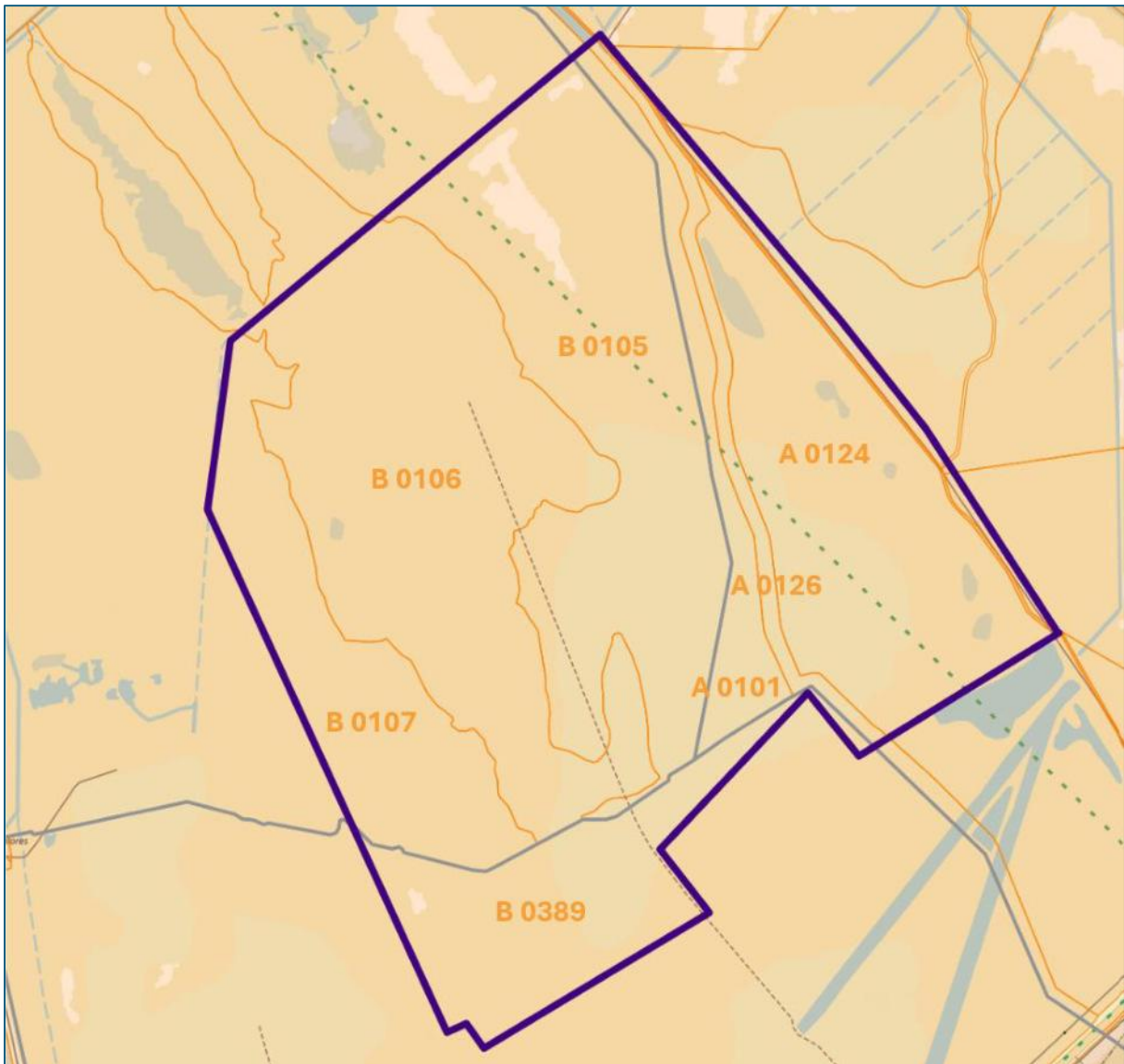


Figure 2: Extrait cadastral – Géoportail

D'un point de vue cadastral, la parcelle compensatoire ne contient pas de bâtiment.

2. Historique de la parcelle compensatoire

2.1. Contexte historique

La recherche documentaire et les informations contenues dans le Plan de Gestion des Espaces Naturels 2012-2018 du port de Marseille Fos ont permis de comprendre l'évolution paysagère du secteur. Ces sources permettent de retracer les grands changements ayant façonné la zone d'étude autour de l'étang de l'Oiseau, tout en identifiant les éléments pertinents pour l'analyse hydraulique.

2.1.1. Evolution paysagère et aménagements alentours

Aménagements routiers et hydrauliques (1968-1974) :

- L'ancienne route de Port-Saint-Louis, qui traversait la zone des darses, est remplacée par un tracé plus au nord, ralentissant l'écoulement des eaux du Vigueirat et du Colmatage.
- Cette modification entraîne une augmentation générale du niveau d'eau des marais de Crau et un changement de végétation : les pelouses à Molinie régressent au profit des marais à marisques.
- Les coussouls et forêts de chêne vert sont fragmentés par l'expansion du réseau routier, tandis que les surfaces salinières et agricoles au nord et à l'ouest restent globalement stables.

Création de la Zone Industrielle et Portuaire (1974-1998) :

- Développement progressif des implantations industrielles à Fos, avec l'inauguration de l'usine ICI en 1969, du terminal méthanier Gaz de France en 1972, du complexe sidérurgique Solmer en 1973 et de l'unité Ugine Kuhlman en 1978.
- Remblaiement massif des marais et étangs du Maleborge et de l'Oiseau ainsi que de la bordure sud de Gloria. Ces zones resteront essentiellement inexploitées jusqu'au milieu des années 1990, avant l'aménagement de la zone de Distriport.
- Construction du canal du Rhône à Fos en 1983, qui coupe l'espace salinier et marque l'arrêt de l'exploitation des salins.
- Transformation des anciens étangs en baisses saumâtres ou en steppes à saladelles, tandis que certains relais sont convertis en marais pâturés ou remblayés.
- Disparition progressive de la riziculture et passage à des cultures sèches, jachères et pelouses pâturées.

Ces transformations montrent l'importance de la **gestion anthropique et des infrastructures hydrauliques** dans la structuration du paysage actuel et dans le contrôle des flux d'eau et de salinité dans le secteur.



2.1.2. Analyse visuelle et reconstitution historique

Pour compléter cette approche documentaire, une **reconstitution historique du paysage** a été réalisée à partir d'images satellites disponibles via Géoportail – Remonter le temps (1934 à aujourd'hui). Cette analyse visuelle permet de :

- Visualiser les modifications de l'organisation du territoire et du réseau hydrographique ;
- Identifier les zones remblayées et les secteurs encore humides autour de l'étang de l'Oiseau ;
- Mieux comprendre la présence actuelle de sels en surface et les dynamiques hydrologiques associées.

La frise chronologique, réalisée à partir de ces images satellites, illustre de manière synthétique les étapes majeures ayant façonné le paysage et les caractéristiques actuelles du site. Cette frise est présentée ci-dessous :

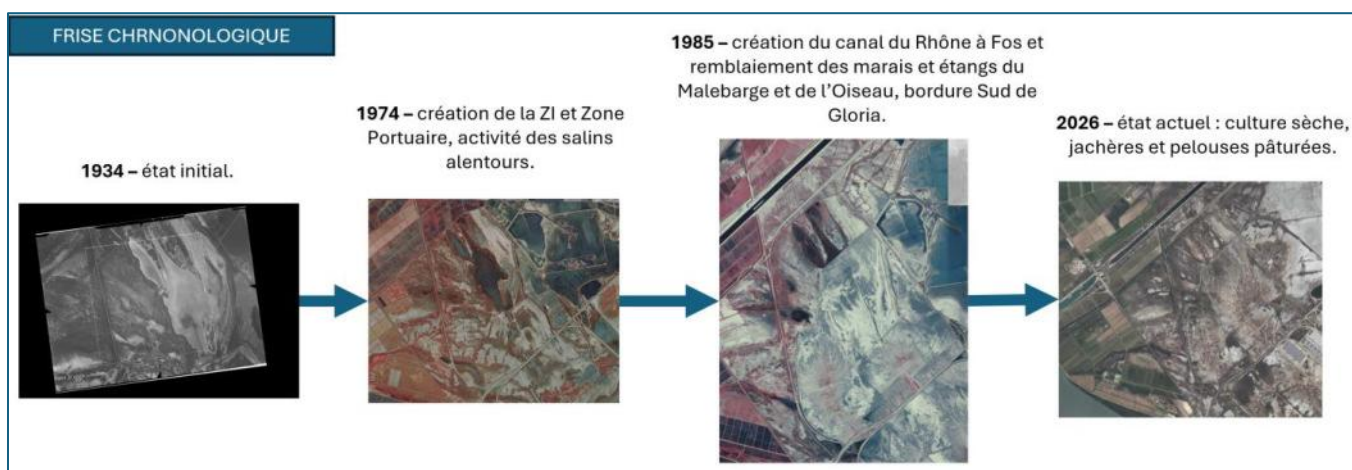


Figure 3: Frise chronologique de l'Etang de l'Oiseau et de ses alentours

2.2. Origine de la salinité

Les observations réalisées sur le terrain dans la zone de l'étang de l'Oiseau confirment la forte empreinte saline qui caractérise cet espace littoral. La flore en place, dominée par des communautés halophiles telles que les sansouïres, les prés salés, les steppes à saladelles, ainsi que les jonchaies et roselières, traduit des teneurs en sels importantes dans le sol. Lorsqu'ils sont asséchés, plusieurs secteurs présentent des horizons blanchâtres et fissurés, phénomène typique des milieux soumis à une évaporation intense et à une remontée capillaire des sels. Les données cartographiques de Géoportail classent la zone dans les Sodisols (Figure 4), une catégorie pédologique qui désigne des sols riches en sodium, souvent issus de dépôts fins deltaïques. Ces caractéristiques sont cohérentes avec un héritage d'anciens milieux lagunaires et marins, dont les sédiments conservent une signature saline durable (*Gis Sol* » Carte Des Sols Sur Le Géoportail, s. d.).

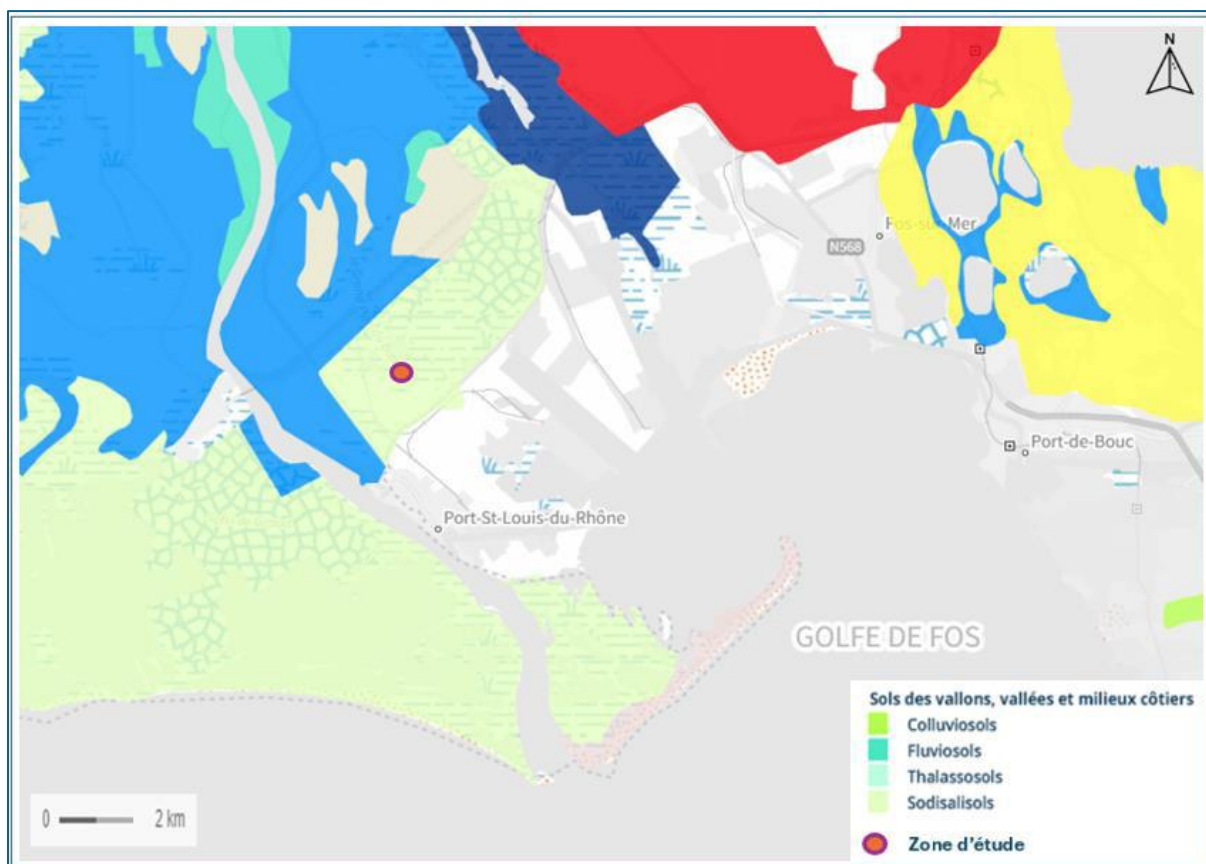


Figure 4: Extrait de la carte des sols – Géoportail

Sur le plan hydrogéologique, la vulnérabilité du site à la salinité s'explique par plusieurs processus. D'abord, la topographie extrêmement basse et la proximité immédiate de la mer favorisent la remontée saline et la concentration de sels dans le sol par évaporation. De nombreuses études conduites en Camargue ((de MONTETY, s. d.)) ont montré l'existence d'un biseau salé en profondeur et d'un aquifère captif dont la salinité est proche de celle de la Méditerranée. Ce système est hérité en grande partie des intrusions marines anciennes, notamment lors de la transgression holocène, mais il reste actif : les transferts de pression entre mer, Rhône et réseaux hydrauliques sont rapides dans ce delta, tandis que le transport des sels dans les sédiments demeure lent, ce qui explique la persistance de la salinité dans le temps. Par ailleurs, les intrusions peuvent se produire aussi bien par la nappe que par les réseaux de canaux et de roubines connectés à la mer, en l'absence de dispositifs anti-retour. La présence de clapets anti-sel/trappes dans certaines roubines, ainsi qu'au niveau du petit Rhône au nord-est du site, témoigne de la nécessité de contrôler ces échanges pour limiter les intrusions salines actuelles.

L'origine de la salinité dans le secteur de l'Oiseau résulte donc d'une combinaison de facteurs naturels et anthropiques. L'héritage d'anciens milieux lagunaires, la très faible altitude, les intrusions anciennes et actuelles, ainsi que le climat méditerranéen évaporant favorisent l'expression de la salinité en surface. Les aménagements hydrauliques (darses, canaux, remblais) et certaines pratiques de gestion des eaux ont pu amplifier localement ces phénomènes. L'ensemble de ces éléments explique la végétation halophile observée et doit être intégré dans toute réflexion future sur la gestion hydraulique et écologique de la zone.



Figure 5: Sol blanc craquelé et salinité

2.3. Occupations des sols et usage historique

L'occupation des sols dans le secteur de l'étang de l'Oiseau résulte d'une superposition d'usages traditionnels et contemporains, façonnés par le contexte hydrosalin propre au delta du Rhône. Selon le Plan de Gestion des Étangs et Marais du Narbonnais (PGEN 2012-2018) et les documents du comité de gestion 2018, cette zone relève du domaine foncier du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), mais elle conserve une forte dimension écologique, paysagère et cynégétique.

Historiquement, le site a servi de support aux activités de chasse, d'élevage extensif et à des aménagements hydrauliques liés aux étangs et roubines. Ces usages se poursuivent aujourd'hui, comme en témoignent les observations de terrain : présence de chevaux lors des dernières campagnes, réseau dense de barrières, grillages, portillons et panneaux de chasse. Ces éléments traduisent une gestion multifonctionnelle qui combine les intérêts cynégétiques, pastoraux et de conservation.

Les cartes d'occupation des sols du Parc naturel régional de Camargue (PNRC) confirment la diversité des habitats humides présents : la zone concernée présente une majorité de sansouïres avec au Sud de la zone une mosaïque de formation arbustive, de prairie naturelle ainsi que de feuillus (Figure 6).

Enfin, d'après (« CR2 Comité gestion 2018 », s. d.), la zone est placée sous la responsabilité de plusieurs acteurs : le GPMM pour la vocation industrielle et foncière, et notamment M. Colombet pour l'exploitation pastorale (élevage extensif). Ces usages interagissent avec la dynamique hydrosaline : le pâturage et la chasse, en maintenant des paysages ouverts et en limitant l'embroussaillage, contribuent indirectement à la persistance d'une végétation halophile et d'habitats adaptés aux sols salés.

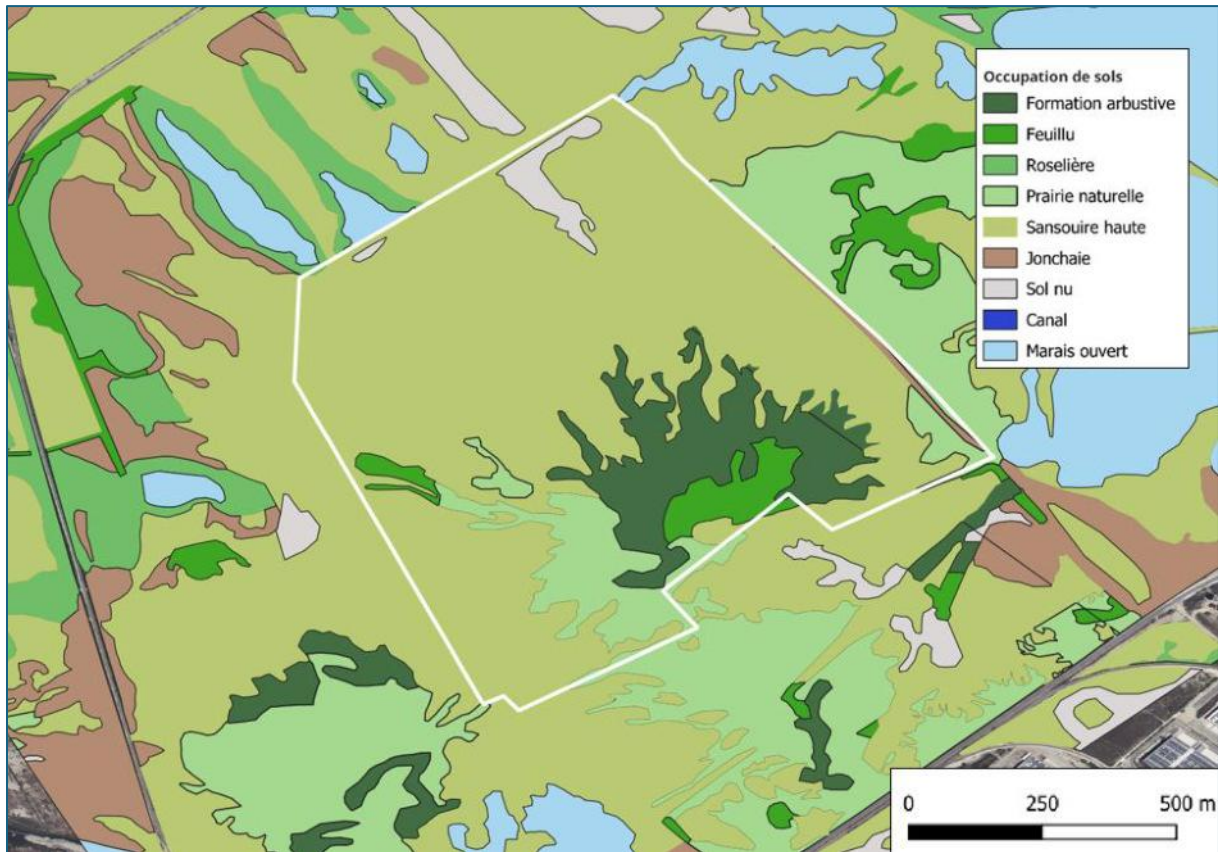


Figure 6: Carte d'occupation des sols - sit.pnrsud.fr

3. Contexte géologique et topographique

3.1. Topographie de la zone

Le secteur de l'ancien étang de l'Oiseau présente une topographie contrastée, marquée par une compartimentation nette marquée par le remblaiement hydraulique. L'analyse du MNT et des profils altimétriques issus du Géoportail montre que l'ensemble de la zone est remblayé et est située d'environ 1,7 à 2 m NGF. Avec un point haut au Sud de la zone et un point bas au Nord, ce qui induit une pente comme présenté dans le profil altimétrique en Figure 7. L'altitude générale du remblai avoisine les 1,80 m NGF.

Cette topographie basse et globalement plane est caractéristique des secteurs deltaïques littoraux ; elle conditionne fortement la dynamique hydraulique et la vulnérabilité du site aux remontées de nappe et intrusions salines.

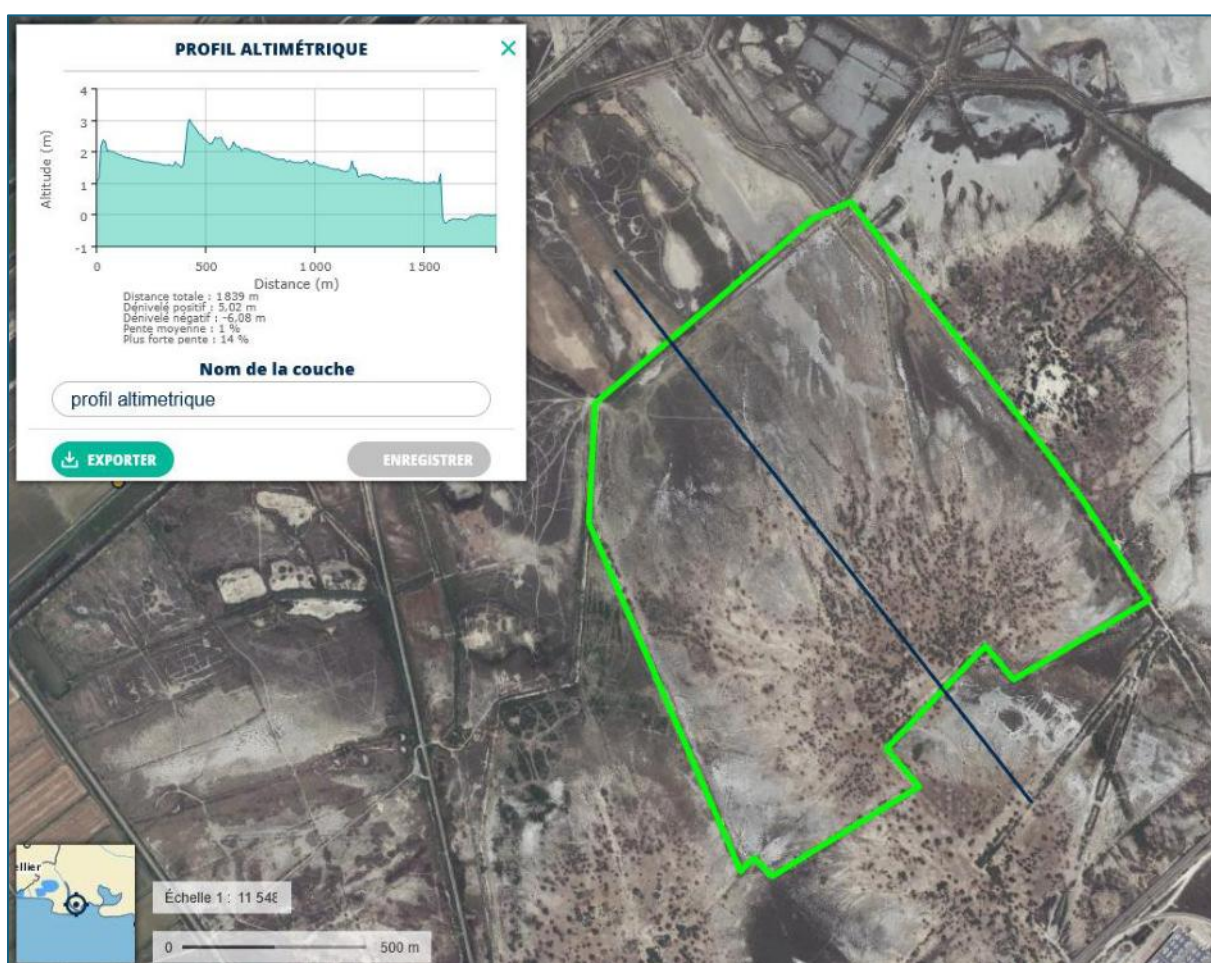


Figure 7: Profil altimétrique du Sud au Nord

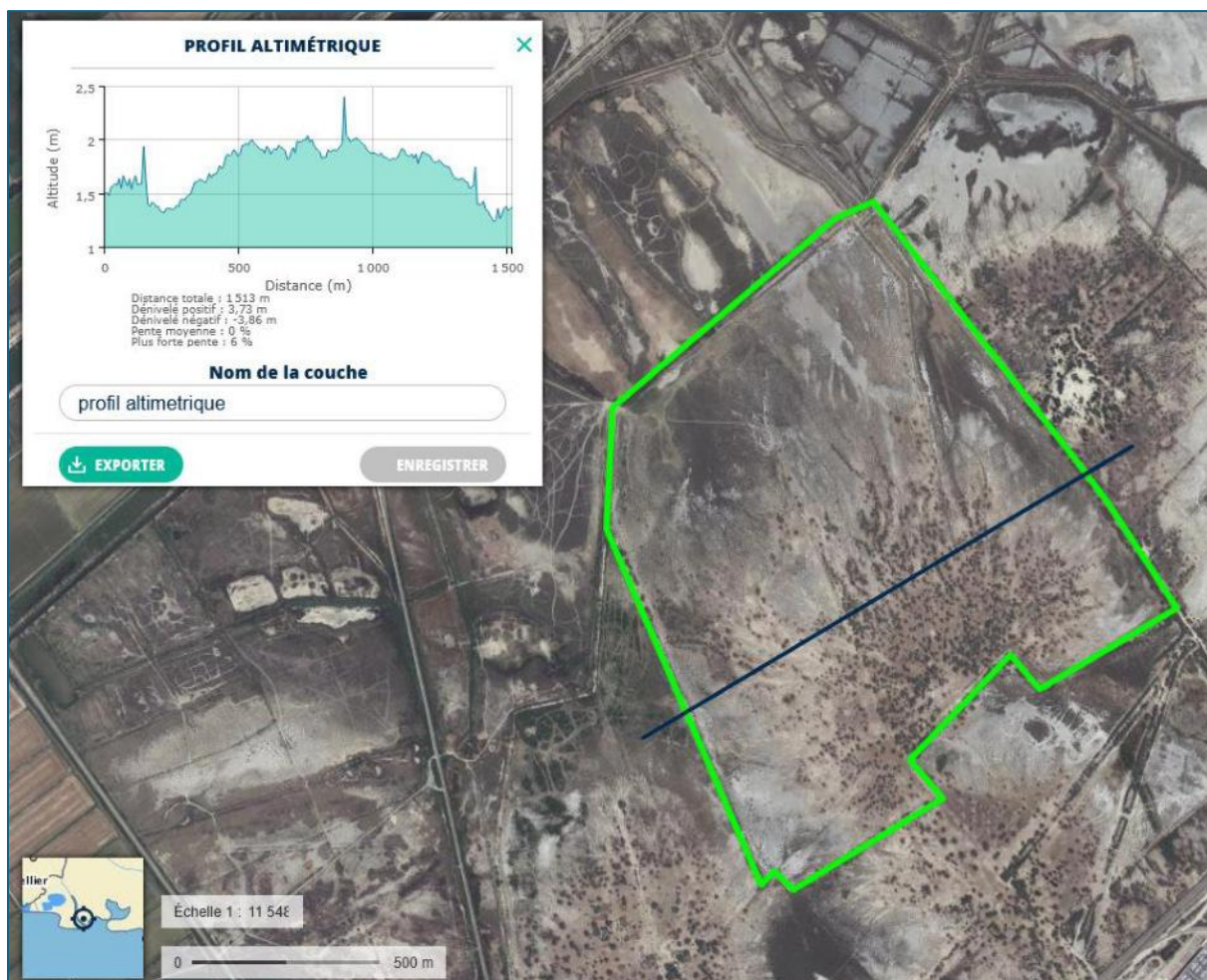


Figure 8: Profil altimétrique d'Est en Ouest

3.2. Contexte géologique et géomorphologique

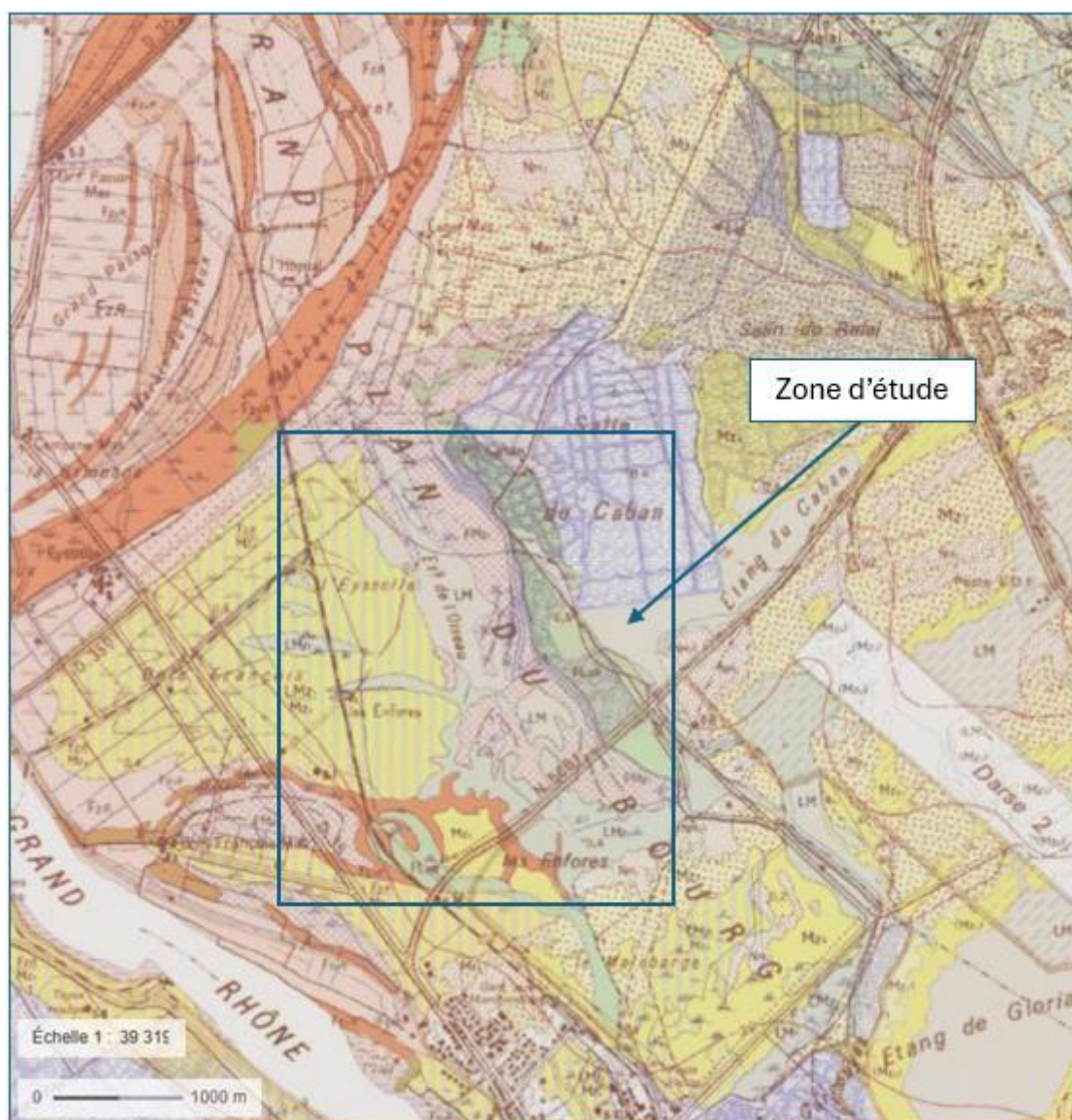
Le site de l'Oiseau s'inscrit dans la plaine deltaïque du Rhône, formée au cours du Quaternaire par l'alternance de phases de progradation du delta, de dérive littorale et de comblement lagunaire. Les dépôts sont constitués de sédiments fins à moyens déposés dans des environnements fluvio-lagunaires. La très faible pente et la proximité marine expliquent la présence d'anciens milieux lagunaires et de zones humides fossiles, facteurs qui jouent un rôle dans la salinité actuelle des sols.

Selon la carte géologique (InfoTerre) et les données du sondage BSS002JGBY, la stratigraphie locale se compose de dépôts alluviaux du Würm :

- 0 à 1,2 m : limons gris clair, d'origine alluviale récente.
- 1,2 à 5,15 m : sables gris foncé à granulométrie moyenne.
- 5,15 à 11,85 m : sables fins limoneux gris foncé.
- 11,85 à 22,4 m : limons gris foncé sableux.
- 22,4 à 23,95 m : cailloutis gris.
- 23,95 à 27,4 m : alternances de cailloutis, sable et argile jaunâtre indurée.

Cette alternance de limons, sables et niveaux graveleux est typique des dépôts deltaïques et lagunaires hérités des variations du niveau marin et des divagations anciennes du Rhône. Elle explique la variabilité latérale des faciès rencontrés et conditionne les circulations d'eau souterraine. La présence de faciès riches en matière organique ou en sulfures (comme les pyrites, supposées lors de nos observations de terrain) est fréquente dans les anciens milieux lagunaires ; leur oxydation peut générer des colorations noires et des odeurs soufrées, et contribue localement à la salinité et à l'acidité des sols.

Ainsi, la combinaison d'une topographie basse, d'un contexte deltaïque et de dépôts fins à moyens peu perméables explique la forte sensibilité du secteur aux intrusions salines et à la stagnation des eaux de surface.



❖		LM : Vase des étangs
❖	1/MZ3	1/MZ3 : Marais salants sur sables d'anciens cordons littoraux
❖		Mz3 : Sables d'anciens cordons littoraux plus ou moins éolisés en surface
❖		LMz1/Mz4 : limons argilo-sableux sur sables limoneux du domaine littoral
❖		NMz : sables éoliens des dunes littorales
❖		FzR : Limons, silts et sables des levées
❖		Fz3R : Limons épais (anciens lits en voie de colmatage)
❖		FMz1 : Limons consolidés
❖		FLzR : Limons fluviatiles et palustres « faciès mixte »

Figure 9: Extrait de la carte géologique - Infoterre

3.3. Risques naturels

La topographie très basse du secteur et la nature des dépôts deltaïques conditionnent directement sa vulnérabilité aux aléas hydriques. D'après le portail officiel Géorisques (rapport complet et cartes en annexe), le site de l'ancien étang de l'Oiseau est exposé à plusieurs risques :

- Remontée de nappe et inondation lente : la zone est classée en *zone potentiellement sujette aux débordements de nappe*, avec un niveau de fiabilité *moyen*. Le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) approuvé le 21/06/2016 couvre l'aléa d'inondation par crue lente de cours d'eau, lié à la proximité du Rhône et au réseau de roubines/canaux. La commune fait partie du Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI FRD_TRI_DELTA) avec une intensité d'aléa qualifiée de *forte probabilité*.
- Submersion marine : le PPRN intègre également le risque de submersion marine, du fait de la proximité immédiate de la mer et de la très faible altitude de certains compartiments (altitudes négatives relevées en plusieurs points). Ce risque s'exprime surtout lors des tempêtes et surcotes marines.
- Risque géotechnique : selon Géorisques, le site présente un niveau 2/3 de *retrait-gonflement des argiles*. Ce phénomène, lié aux variations de teneur en eau des sols argileux, peut engendrer des mouvements différentiels et affecter la stabilité des constructions et des ouvrages enterrés. Des obligations constructives spécifiques s'appliquent dans ce cadre.

La combinaison de ces facteurs (topographie basse, dépôts deltaïques fins et environnement littoral) explique la sensibilité du secteur à ces aléas.

4. Climat et météo locale

Le secteur de Port-Saint-Louis-du-Rhône est soumis à un climat méditerranéen typique, classé Csa selon la classification de Köppen-Geiger. Ce régime climatique se caractérise par des étés chauds et secs, des hivers doux et relativement humides, et une forte variabilité interannuelle et saisonnière des précipitations. Ces contrastes conditionnent directement la dynamique hydrologique locale, les usages agricoles et la gestion des zones humides.

4.1. Caractéristiques générales

La température moyenne annuelle se situe autour de **14,7 °C**, avec des amplitudes marquées entre l'hiver et l'été (près de 17 °C d'écart entre le mois le plus froid et le plus chaud). Les précipitations annuelles moyennes atteignent environ **606 mm**, mais leur répartition est très irrégulière : une grande partie de ces pluies se concentre en automne et au début de l'hiver, souvent sous forme d'épisodes orageux intenses. À l'inverse, la période estivale connaît une sécheresse quasi systématique, ce qui accroît les besoins en irrigation pour le maintien de l'humidité dans les zones naturelles et agricoles.

Le tableau ci-dessous synthétise les données climatiques moyennes mensuelles :

Mois	Température moyenne (°C)	Précipitations moyennes (mm)
Janvier	6,8	62
Février	7,9	48
Mars	10,3	47
Avril	12,6	56
Mai	16,7	40
Juin	20,6	37
Juillet	23,9	15
Août	23,7	31
Septembre	20,1	64
Octobre	15,5	99
Novembre	10,3	54
Décembre	7,8	56
Année	14,7	606

Figure 10: Températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)



Cette répartition illustre clairement la **double saisonnalité méditerranéenne** : un maximum pluviométrique automnal (octobre est le mois le plus arrosé, près de 100 mm), un minimum estival très marqué (juillet < 20 mm), et des températures estivales atteignant en moyenne 24 °C.

4.2. Saisonnalité et implications locales

L'analyse du régime climatique montre qu'en **automne et au début de l'hiver**, les précipitations cumulées peuvent représenter près de 40 % du total annuel. Ces épisodes pluvieux sont souvent intenses et brefs, ce qui favorise le ruissellement et limite l'infiltration, avec un impact direct sur le risque d'inondation et de submersion dans les zones basses.

En **été**, la sécheresse est accentuée par les fortes températures et l'ensoleillement important, ce qui accroît l'évapotranspiration. Sans apport artificiel en eau (irrigation, gestion hydraulique des marais et salins), de nombreuses zones humides s'assèchent, augmentant la salinité et modifiant les habitats naturels. Cette variabilité impose donc une gestion hydrologique fine pour maintenir les équilibres écologiques locaux.

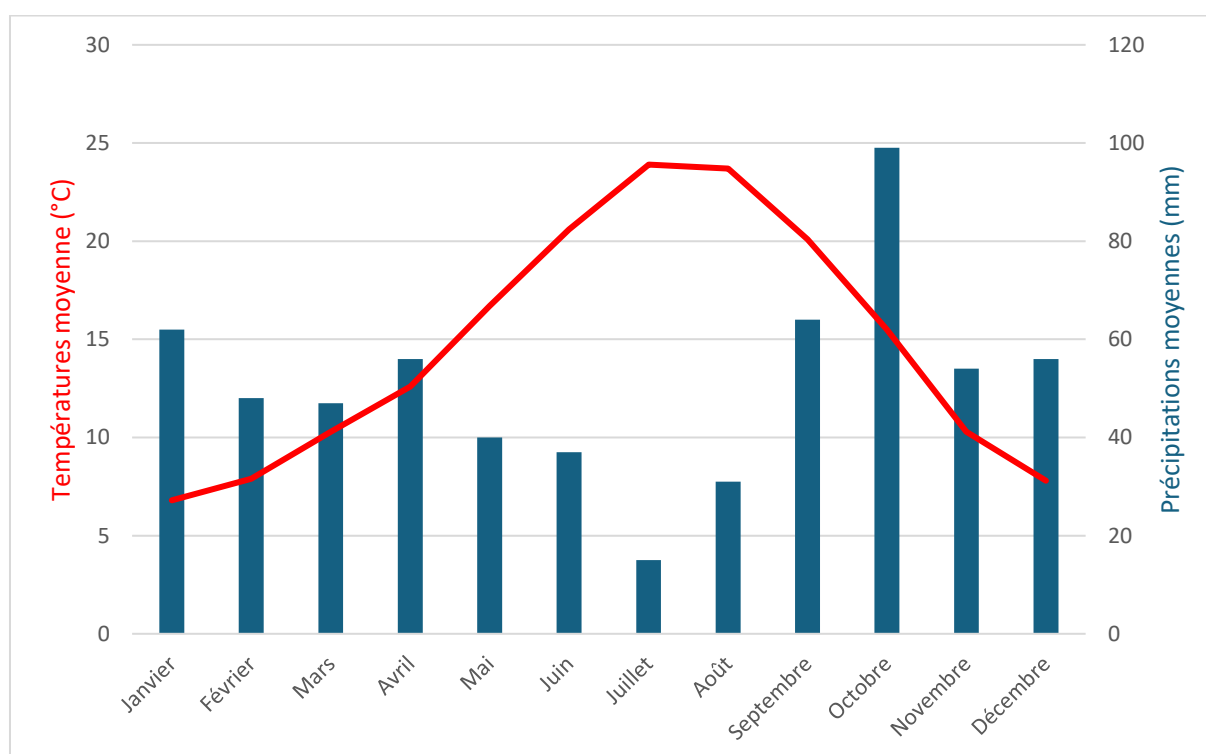


Figure 11: Graphique des températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)

4.3. Le vent et le rôle du mistral

Outre la température et les précipitations, **le vent est un facteur climatique majeur dans le delta du Rhône**. Le secteur connaît une fréquence importante de jours ventés (plus de 150 jours par an tous vents confondus), dominés par le **mistral**, vent de secteur nord à nord-ouest. Le mistral est un vent froid et sec, canalisé dans la vallée du Rhône et accéléré sous forme de « vent de couloir ». Il souffle régulièrement en rafales à plus de 50 km/h, principalement en hiver et au début du printemps. Selon les critères retenus, le mistral souffle environ **80 jours par an** dans la région.

Ce régime venteux a plusieurs implications :

- **Évaporation accrue** : le vent, combiné à l'ensoleillement et à la chaleur, favorise le dessèchement estival des sols et des milieux aquatiques.
- **Modélisation paysagère** : le mistral façonne la végétation (arbres penchés, haies brise-vent) et participe à la dispersion des poussières et des embruns salés.
- **Effets hydrologiques et marins** : le vent peut contribuer au refroidissement des eaux de surface et provoquer des phénomènes d'upwelling, qui influencent la salinité et la productivité des lagunes et salins.

À côté du mistral, des vents de mer (secteur E-SE) apportent ponctuellement humidité et douceur, notamment en été grâce à la brise marine qui peut modérer les effets du vent sec de terre.

5. Hydraulique et hydrologie de la zone

Le secteur de l'étang de l'Oiseau présente un système hydraulique complexe, caractérisé par un équilibre fragile entre apports et pertes d'eau, influencé à la fois par les caractéristiques naturelles (topographie, type de sol, remontées de nappe) et les aménagements anthropiques. La faible pente générale et la compartimentation des parcelles accentuent cette complexité.

5.1. Apports et pertes hydriques

Les principaux apports d'eau dans la zone proviennent de plusieurs sources. Les précipitations constituent l'apport de base, particulièrement important en période humide. Les observations de terrain et les mesures de conductivité suggèrent également des apports ponctuels depuis le réseau de canaux et de roubines, et éventuellement par remontée de nappe ou par influence du biseau salé proche de la mer. La présence d'un canal où l'eau est pompée, avec une conductivité de $7,94 \mu\text{S}/\text{cm}$, pourrait correspondre à un canal d'irrigation ou d'assainissement en lien avec des activités agricoles (rizières, anciennes activités salicoles au Caban) et des aménagements hydrauliques.

Les pertes sont principalement liées à l'évapotranspiration, très influencée par la végétation clairsemée et basse, et à l'exfiltration éventuelle.

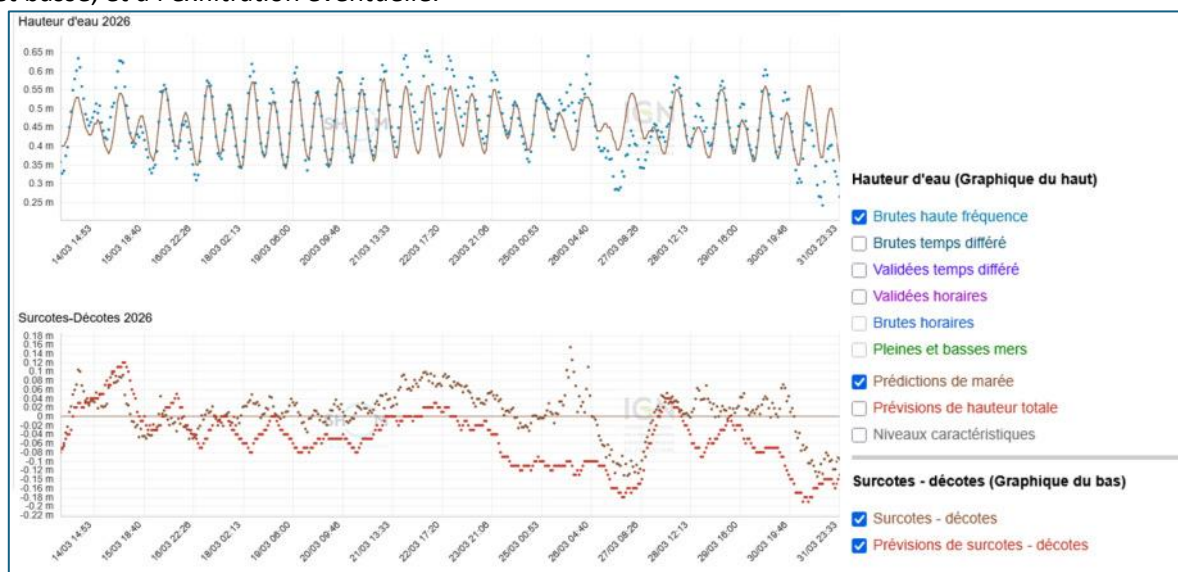


Figure 12: Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mars 2026



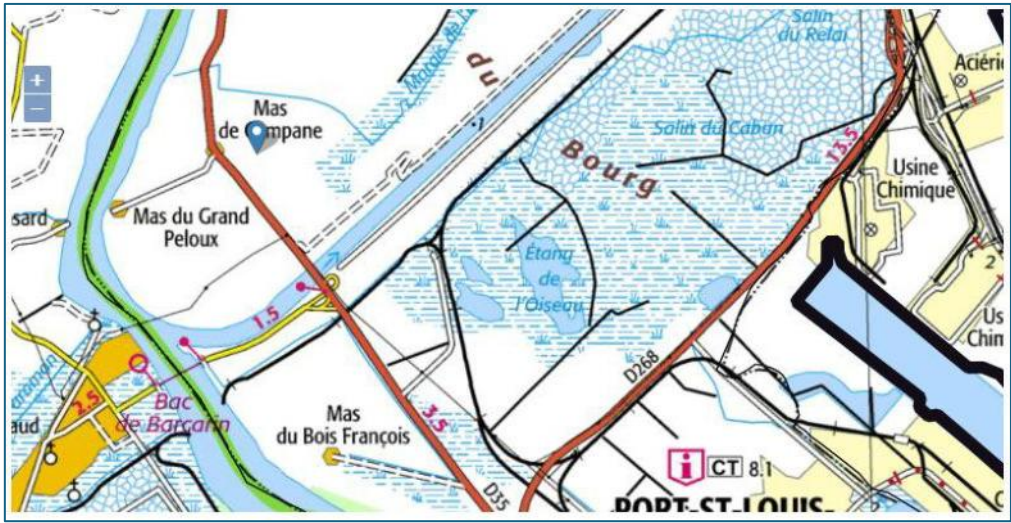


Figure 13: Localisation du piézomètre

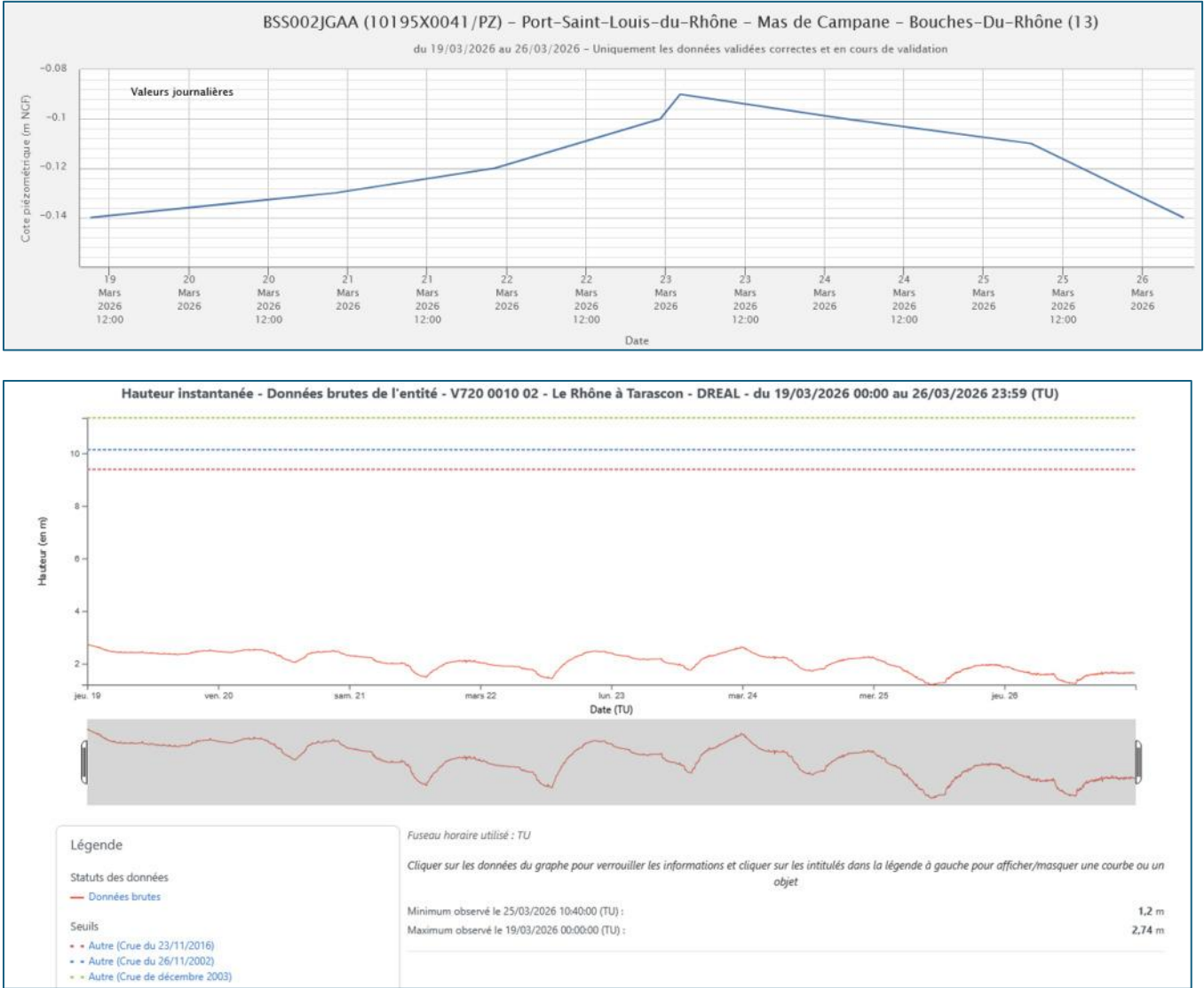


Figure 14: Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mars 2026)



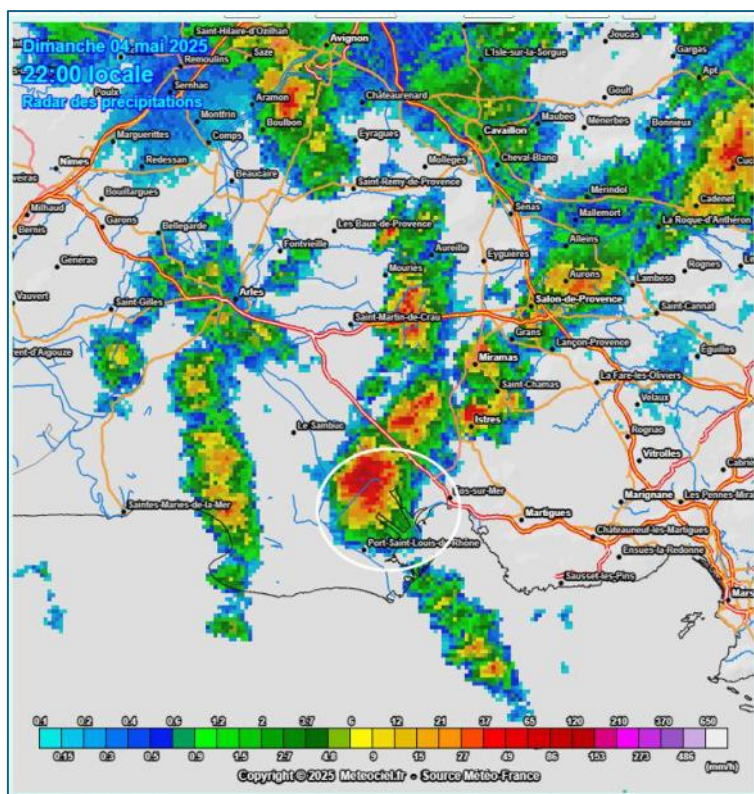


Figure 15: Image radar de cumul de pluie - meteociel

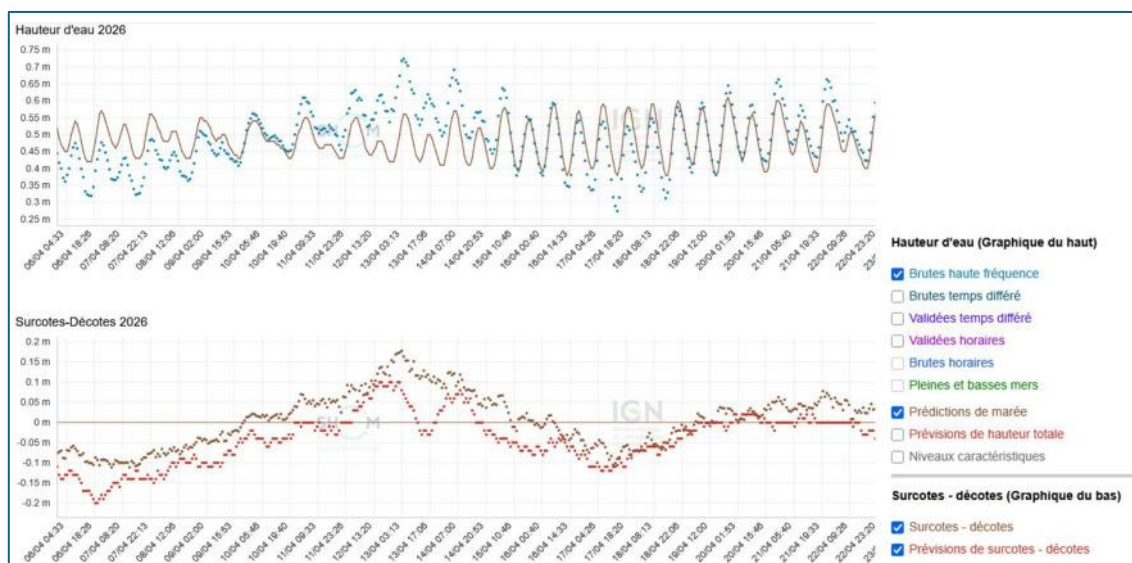


Figure 16: Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois d'Avril 2026

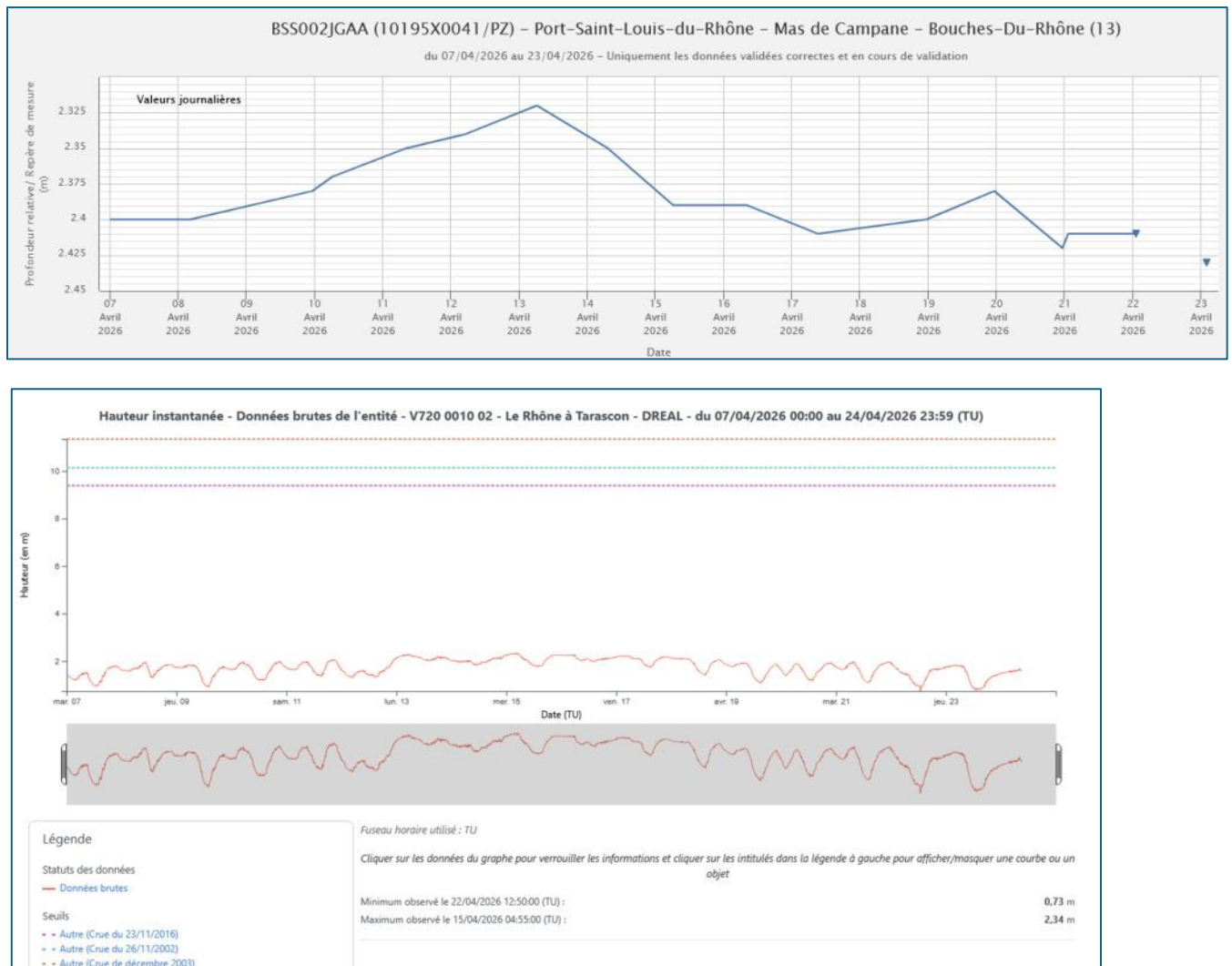


Figure 17: Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Avril 2026)

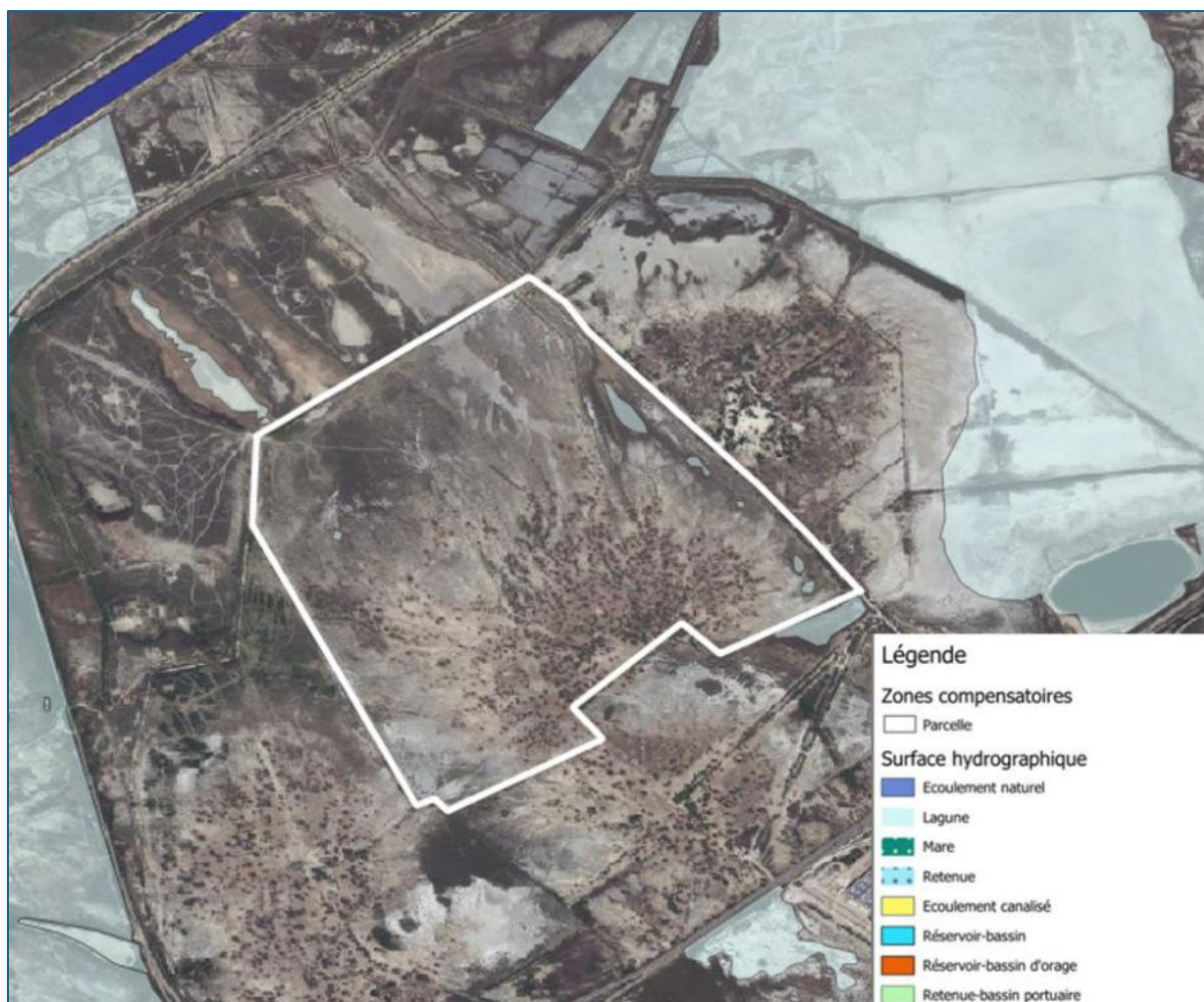


Figure 18: Carte des surfaces hydrographiques

5.2. Contraste entre eau douce et eau saumâtre

L'année dernière, des mesures de conductivité ont été réalisées le 31 juillet 2025 permettant de caractériser la nature de l'eau dans différents points du réseau : le canal au nord présentait 21,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le Rhône 4,42 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le réseau de roubine variait entre 6,6 et 9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le canal barré 14,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$, l'ancien étang de l'Oiseau 5,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la retenue au sud-est sur le secteur du Caban 99,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces valeurs indiquent que la majorité du réseau se situe dans une gamme **eau douce à légèrement saumâtre**, tandis que certaines retenues ponctuelles, notamment au sud-est, présentent des valeurs nettement plus élevées, témoignant d'une accumulation de sels ou d'apports anciens d'eau saumâtre.



Figure 19: Carte de conductivité en ms/cm²

5.3. Complexité du réseau et rôle des ouvrages

Le réseau de surface de l'étang est partiellement connu et comprend canaux, roubines et ouvrages hydrauliques variés (barrages anti-sel, buses, trappes). La prospection terrain a révélé que certains canaux ne sont pas continus et que la mise en eau varie selon la période de l'année et les usages. Cette complexité pourrait résulter de plusieurs facteurs hypothétiques :

- **Endiguement et fermeture du secteur**, protégeant des activités passées comme la saliculture au Caban dans les années 1970 ;
- **Réseau de roubines** servant à l'irrigation ou à l'assainissement, selon les zones et la saison ;
- **Ouvrages créés pour l'élevage extensif ou la chasse**, permettant de maintenir des mares temporaires ou zones de pâturage ;
- **Restaurations d'anciennes zones humides naturelles**, influençant les niveaux d'eau locaux.

Ces hypothèses permettent d'expliquer la variabilité observée des niveaux d'eau et de la salinité sur le site, et soulignent l'importance de considérer la gestion anthropique dans toute modélisation hydraulique.

5.4. Observations terrain

Les observations réalisées montrent des contrastes importants selon la localisation et la période : le sol est parfois complètement inondé (mars), et à d'autres moments sec et blanc (mai), témoignant de l'influence de la saisonnalité sur la disponibilité de l'eau. La végétation, notamment les sansouïres, confirme la présence de zones périodiquement inondées et la persistance de conditions salines dans certains secteurs.

5.5. Alternance inondation/sécheresse

La topographie faible et plane, combinée au climat méditerranéen, entraîne des variations importantes du niveau d'eau selon les saisons et l'exposition au vent. Les secteurs non irrigués artificiellement alternent entre périodes humides et épisodes de sécheresse estivale, ce qui favorise l'accumulation de sel dans les sols et la végétation halophile. L'évapotranspiration intense, notamment sous l'effet du mistral, accentue ce phénomène et influence la durée d'inondation des zones basses.

5.6. Gestion anthropique

Le fait que la parcelle compensatoire soit constituée d'un remblai montre clairement une gestion hydraulique anthropique, dont l'étendue exacte reste partiellement inconnue. Deux aménagements parallèles d'environ 50 cm de haut, qui ne peuvent pas être considérées comme des digues, sont aussi présents.

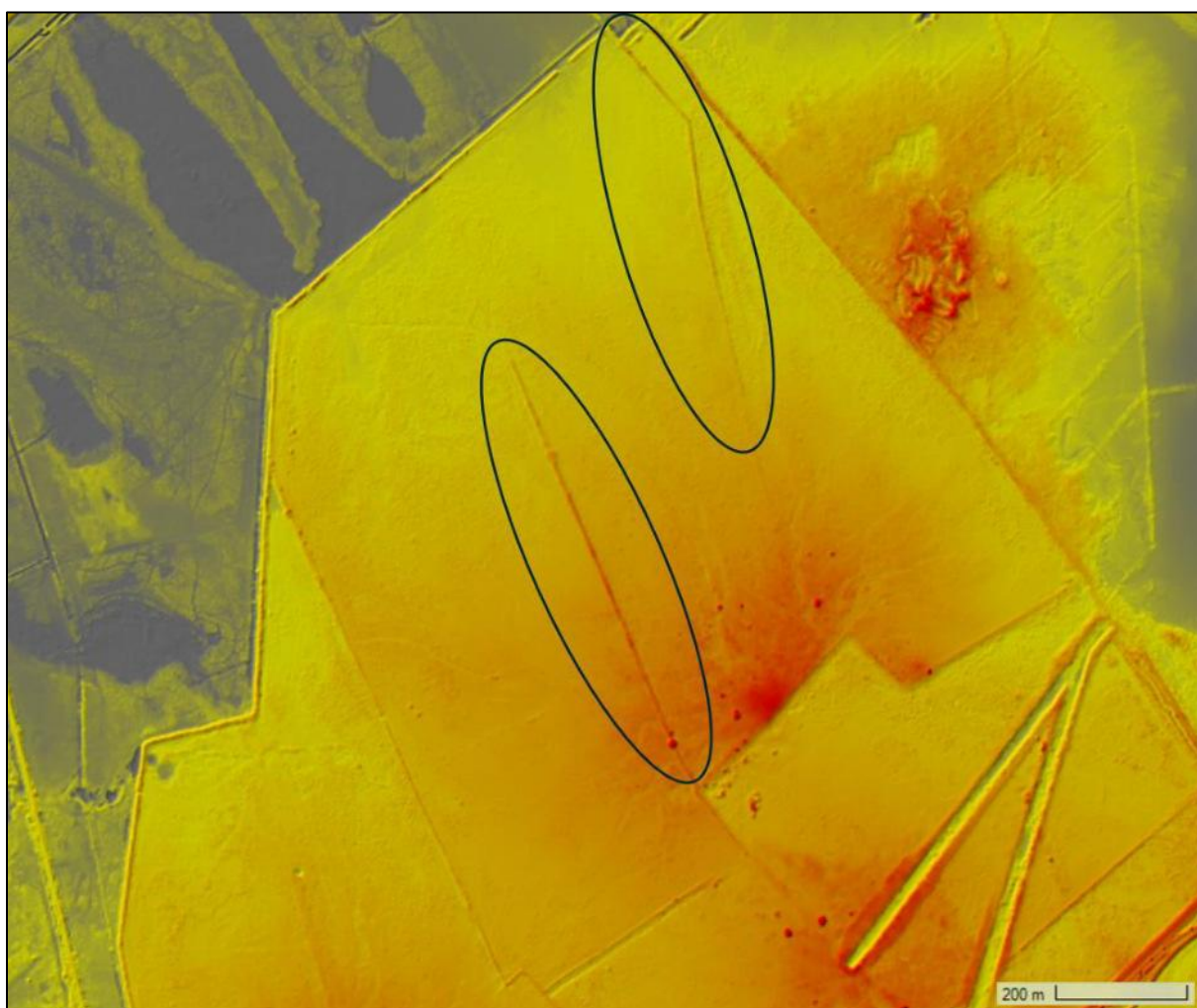


Figure 20: Présence de digues sur le terrain

Aujourd'hui, la parcelle sert d'enclos à taureaux.

Du temps où le canal de Fos n'existait pas, les casiers des anciens salins étaient très proches. Il est donc normal de voir, qu'au cours des écoulements existants, le sel soit bien présent dans le sous-sol, sous la partie de remblais. Enfin au minimum en 1958, l'alimentation de l'étang de l'oiseau était clairement reliée au canal destiné à apporter le sel aux salins.



Il existait en 1958 une zone de salins située à l'Ouest de la parcelle de compensation.



Figure 21: Photographies aériennes 1958 et report de la parcelle compensatoire

Au-delà des photos et de l'historique, il est toujours intéressant de découvrir des secteurs d'activité aujourd'hui recouverts par des remblais. Ces remblais proviennent du creusement du canal. Ces

terrains sont chargés de sel. Les pluies viennent à accumuler le sel dans les parties basses. Cela explique pourquoi le sel est omniprésent sur ce secteur.

Dans la chronologie, au début des années 1980 il est le creusement du canal du Rhône à Fos.

Dans les archives photographiques, le 15 septembre 1979 le remblai et le canal n'existent pas, le 6 juin 1981 la plateforme qui comble une grande partie de l'étang de l'oiseau est réalisée, le canal est en cours de creusement. Ce que l'on a donc en termes de sol au niveau des parcelles comblées sont les éléments excavés du canal. Il s'agit d'un mélange de sables et de vase.

Mais hydrauliquement, il y a quelques photos qui interrogent et mériteraient que le sujet soit mis au jour. Le 6 juin 1981, une photo montre un passage d'une canalisation au-dessus de la route départementale. En suivant les traces et les photos voisines, on s'aperçoit qu'il s'agit d'une conduite ramifiée destinée à la répartition d'eaux salées en direction du remblai tout entier. Les traces caractéristiques d'écoulement répartis la montre clairement.





Figure 22: Refoulement des sols et eaux de mer

Le principe fut le suivant :

En 1980, une drague suceuse à désagrégateur (CSD) fut chargée de découper le fond, pomper et envoyer vers les casiers de remblais de l'étang de l'Oiseau.

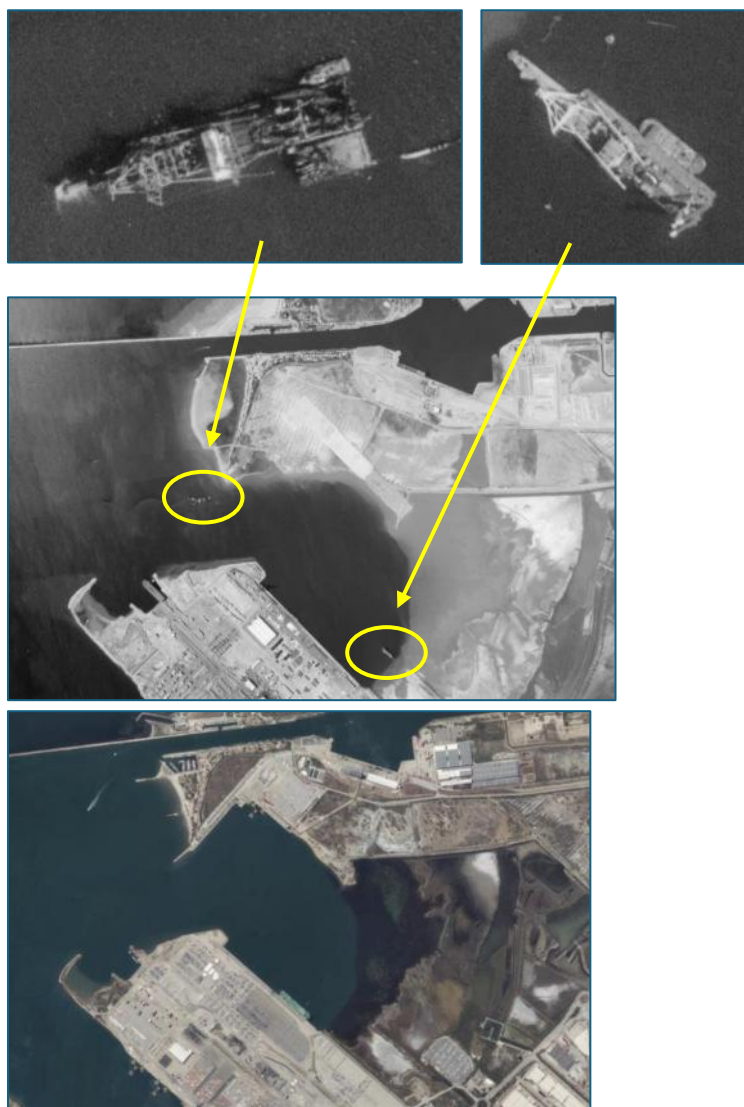


Figure 23: Dragageuses le 6 juin 1981 et vue actuelle

Le sol au Sud de la parcelle de compensation est donc constitué d'un sol déposé naturellement, puis lors du percement du canal du Rhône à Fos, un casier de 3,5 km² a été créé avec des apports importants d'au moins une dragueuse suceuse à désagrégateur (CSD). Cet apport en sédiments a provoqué un apport très important de sel sur la partie Sud du casier. C'est pourquoi aujourd'hui, lorsque l'on est sur le terrain, le sel est clairement visible à certains endroits. Tout le secteur du Sud de l'étang de l'Oiseau a été modifié par ces rejets de sédiments retirés devant le quai Gloria et l'eau de mer.

Le report des limites de zone projetée et de l'image la plus parlante du rejet de sel depuis la dragueuse en 1980 montre bien toute la problématique salée sur le terrain.

Il est clair que la problématique du sel nécessitera une gestion dans la zone de compensation.



Figure 24: Sel rejeté et zones projetées

5.7. Synthèse hydraulique

L'analyse combinée des apports, pertes, conductivités et observations terrain suggère que le secteur fonctionne comme un **système hydraulique semi-clos**, dont l'équilibre est fortement modulé par :

- La topographie basse et compartimentée,
- Les connexions avec le réseau de surface et la mer,
- La nature des sols et leur perméabilité,
- Les apports climatiques (pluie, événements ponctuels),
- La gestion anthropique (pompes, ouvrages, endiguements).

Cette hétérogénéité devra être intégrée dans toute modélisation future et dans l'évaluation des risques liés à la salinisation, à l'eutrophisation ou à la stagnation d'eau.

	Structures	
	K max. (cm/s)	K min. (cm/s)
Sables	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$
Sables limoneux	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Limons sableux	$4 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
Limons	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$
Limons argileux	$2 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-5}$
Argiles limoneuses	$9 \cdot 10^{-4}$	0
Argiles limoneuses à argile	$1 \cdot 10^{-4}$	0

Figure 25: Estimation des perméabilités des sédiments quaternaires modernes – Griolet 1976

6. Données de pluviométrie

L'étude hydraulique doit être conduite sur la base d'une pluie de référence décennale, ou sur un événement historique si celui-ci présente une intensité supérieure. En l'absence de laisse de crue connue sur le secteur étudié la référence hydrologique retenue est donc la pluviométrie issue de la station météorologique d'Istres, sur une période de retour de 10 ans.

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie $h(t)$ recueillie au cours d'un épisode pluvieux à sa durée t :

$$h(t) = a \cdot t^{(1-b)}$$

Avec :

- h : la hauteur d'eau en mm pour une pluie de durée t ;
- a et b : les coefficients de Montana pour la période de retour choisie avec $b > 0$
- t : la durée de la pluie en minutes.

Les quantités de pluie $h(t)$ s'expriment en millimètres et les durées t en heures. Les coefficients de Montana (a, b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Les coefficients de Montana présentés dans le tableau suivant :

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 6 heures		
Durée de retour	a	b
100 ans	8,029	0,602

Figure 26: Coefficients de Montana – Istres – Statistiques sur la période 1982-2021 – Météo France

L'hypothèse retenue est une pluie double triangle de 4 heures de type Desbordes caractéristique locale, c'est-à-dire avec une augmentation de l'intensité pluviométrique au milieu de l'évènement pluviométrique.



Ses caractéristiques sont :

- Durée de la pluie la plus intense : 1h
- Rapport de la pluie la plus intense : 0,25
- Pas de temps : 1 min

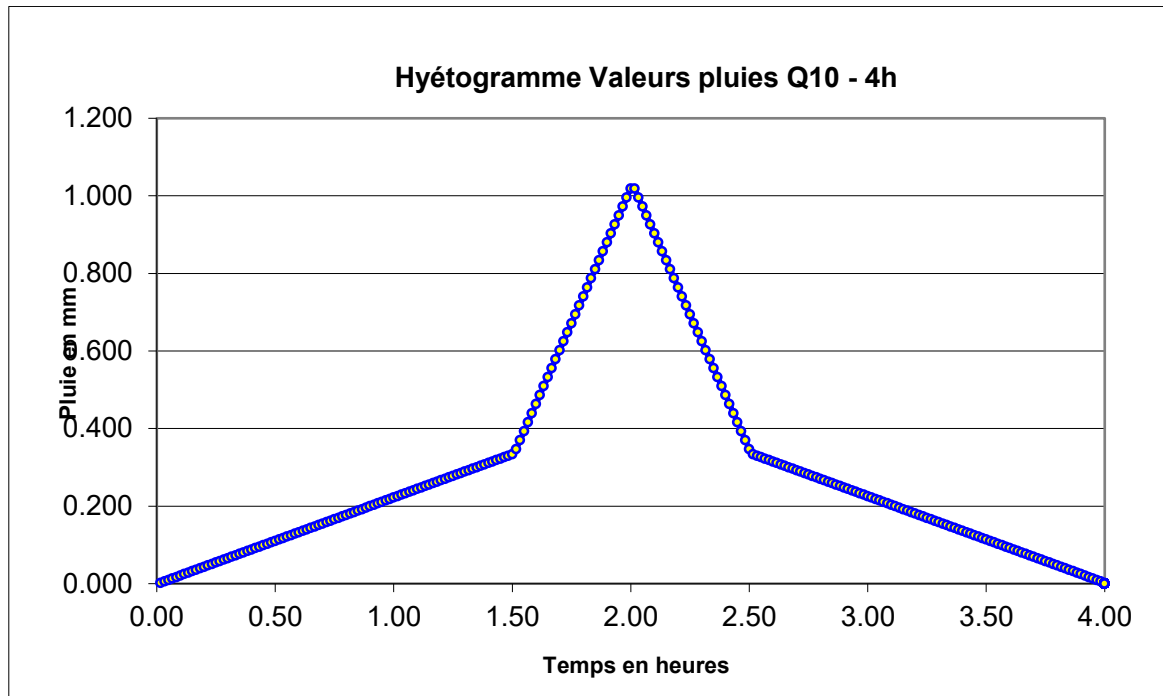


Figure 27: Triangle de Desbordes

En appliquant la formule de Montana on trouve un cumul de pluie qui est égal à **71,12 mm** pour une durée de **4 h**.

7. Bases de modélisation hydraulique du secteur de compensation

7.1. Bassin versant

La surface de collecte des eaux est considérée comme étant le bassin versant.

Les limites topographiques sont établies par le logiciel sur la base de données du LIDAR de l'IGN.



Figure 28: Limites géographiques du modèle

7.2. Occupation du sol entré dans le modèle

Les parties amont et aval du bassin versant présentent un couvert végétal constitué majoritairement de formation arbustive et sous-arbrisseaux. Avec à proximité, une zone industrielle portuaire.

Au-delà de cette généralité, dans le modèle, il est inclus les données de Corine Land Cover.

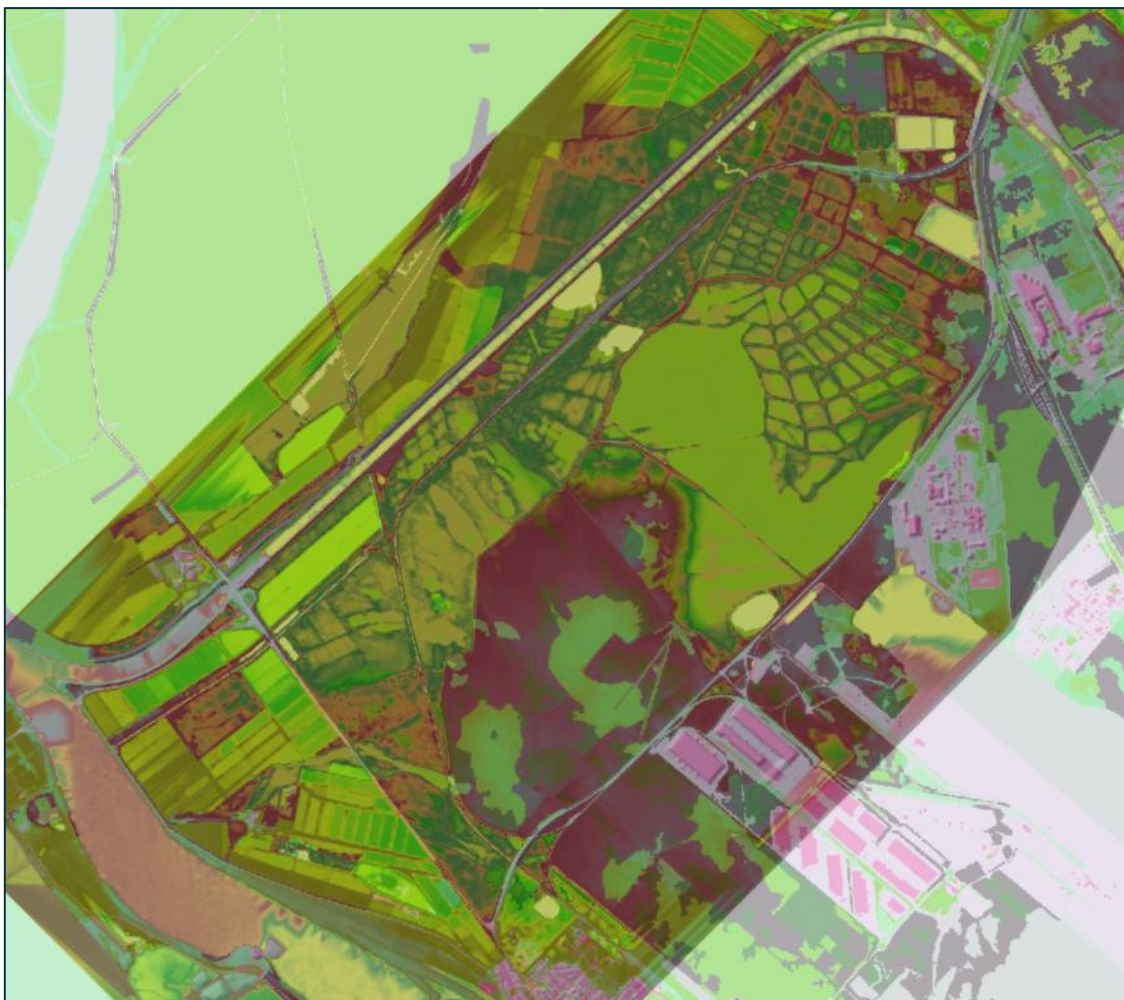


Figure 29: Carte d'occupation du sol – Corine Land Cover

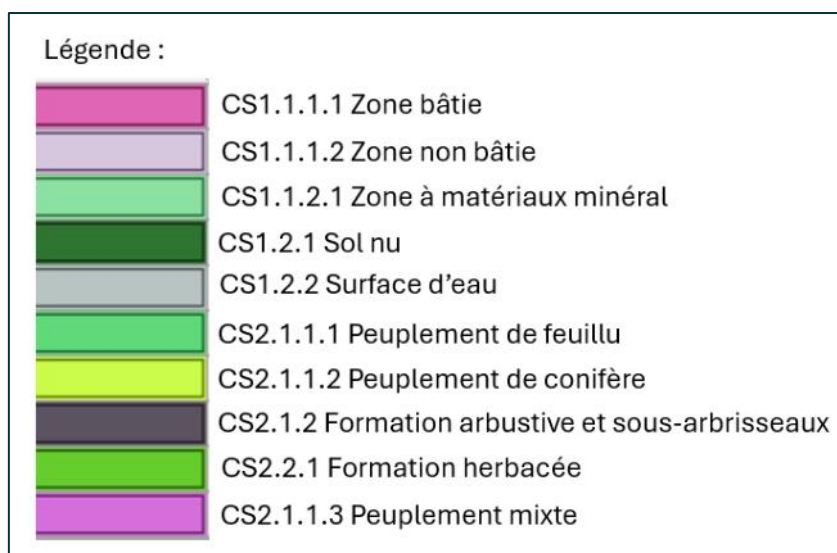


Figure 30: Légende carte d'occupation du sol - Corine Land Cover

Chaque couleur représente une classification d'une couverture de sols.



7.3. Calibrage de la modélisation

La modélisation hydraulique a été réalisée à partir du Modèle Numérique de Terrain issu des données LiDAR de l'IGN, retraitées afin d'exclure la couverture végétale. Les compléments topographiques relevés lors de la visite de terrain ont été intégrés, notamment pour corriger la topographie sous les zones de végétation dense.

Les coefficients de rugosité de Manning, qui permettent de caractériser la résistance à l'écoulement et donc la vitesse de propagation de l'eau selon la nature des surfaces traversées, ont été définis à partir de la couche d'occupation du sol CORINE Land Cover. Les valeurs ont été attribuées en se référant à la table de référence de Chow (1959) (cf. Annexe 1), qui constitue la base méthodologique classique et la littérature de référence en hydraulique de surface.

La modélisation hydrologique s'appuie sur la méthode SCS-CN, permettant d'estimer le volume de ruissellement généré par un événement pluvieux en fonction :

- Du type de sol (perméabilité, classes hydrologiques A/B/C/D),
- De l'occupation du sol (forêt, cultures, zones urbaines, etc.),
- De l'état hydrique initial,
- Et de la hauteur cumulée de précipitations.

Le ruissellement direct Q (en mm) est calculé selon la relation :

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Avec : - $I_a = 0,2 \times S$

- $S = \frac{25\,400}{CN} - 254$ (en mm)

CN désigne le Curve Number caractéristique de la surface considérée. Les valeurs de CN ont été définies à partir de la table de référence fournie par le NRCS (cf. Annexe 2)

La pluie de référence centennale a ensuite été appliquée au modèle, conformément aux prescriptions du porter-à-connaissance.

Les paramètres de calage pour les caractéristiques du modèle sont les suivantes :



Name	Curve Number	Abstraction Ratio	Name	ManningsN	Percent Impervious
NoData			NoData		
CS1.1.1.1	98	0.05	CS1.1.1.1	0.017	100
CS1.1.1.2	87	0.05	CS1.1.1.2	0.014	95
CS1.1.2.1	89	0.05	CS1.1.2.1	0.03	95
CS1.2.1	87	0.2	CS1.2.1	0.02	15
CS1.2.2	98	0.05	CS1.2.2	0.012	100
CS2.1.1.1	77	0.2	CS2.1.1.1	0.1	15
CS2.1.1.2	77	0.2	CS2.1.1.2	0.15	15
CS2.1.2	77	0.15	CS2.1.2	0.09	15
CS2.2.1	87	0.15	CS2.2.1	0.035	15
CS2.1.1.3	77	0.2	CS2.1.1.3	0.13	15

Figure 31: Paramètres de calage

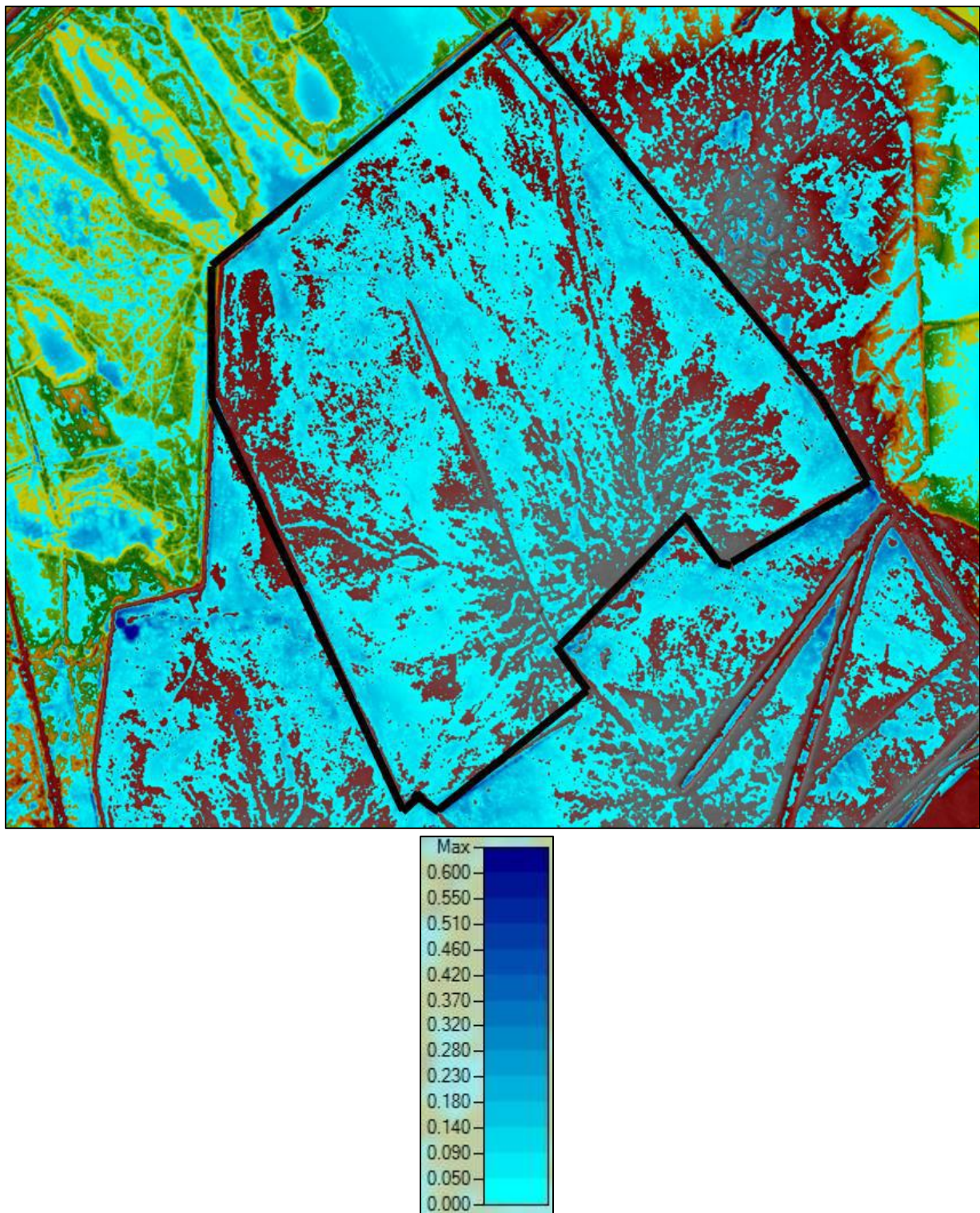
Chaque paramètre inscrit sur le principe d'infiltration a été placé par rapport à des références d'équivalences placées en annexes.

7.4. Résultats

7.4.1. Hauteurs d'eau

La cartographie des hauteurs d'eau sur la parcelle est présentée à la page suivante. Il est constaté que les zones de la parcelle d'études sont limitées à une hauteur d'eau relativement faible. La hauteur maximum est de 23 cm dans les coins Nord-Ouest et Sud-Est de la zone. Globalement la hauteur d'eau reste minime sur l'ensemble et est en moyenne de 5 cm.





7.4.2. Vitesses

Quant au facteur vitesse, sur la parcelle même la vitesse d'écoulement reste relativement faible. Il n'y a pas de zone de vitesse forte : la vitesse d'écoulement moyenne est de 0,05m/s.

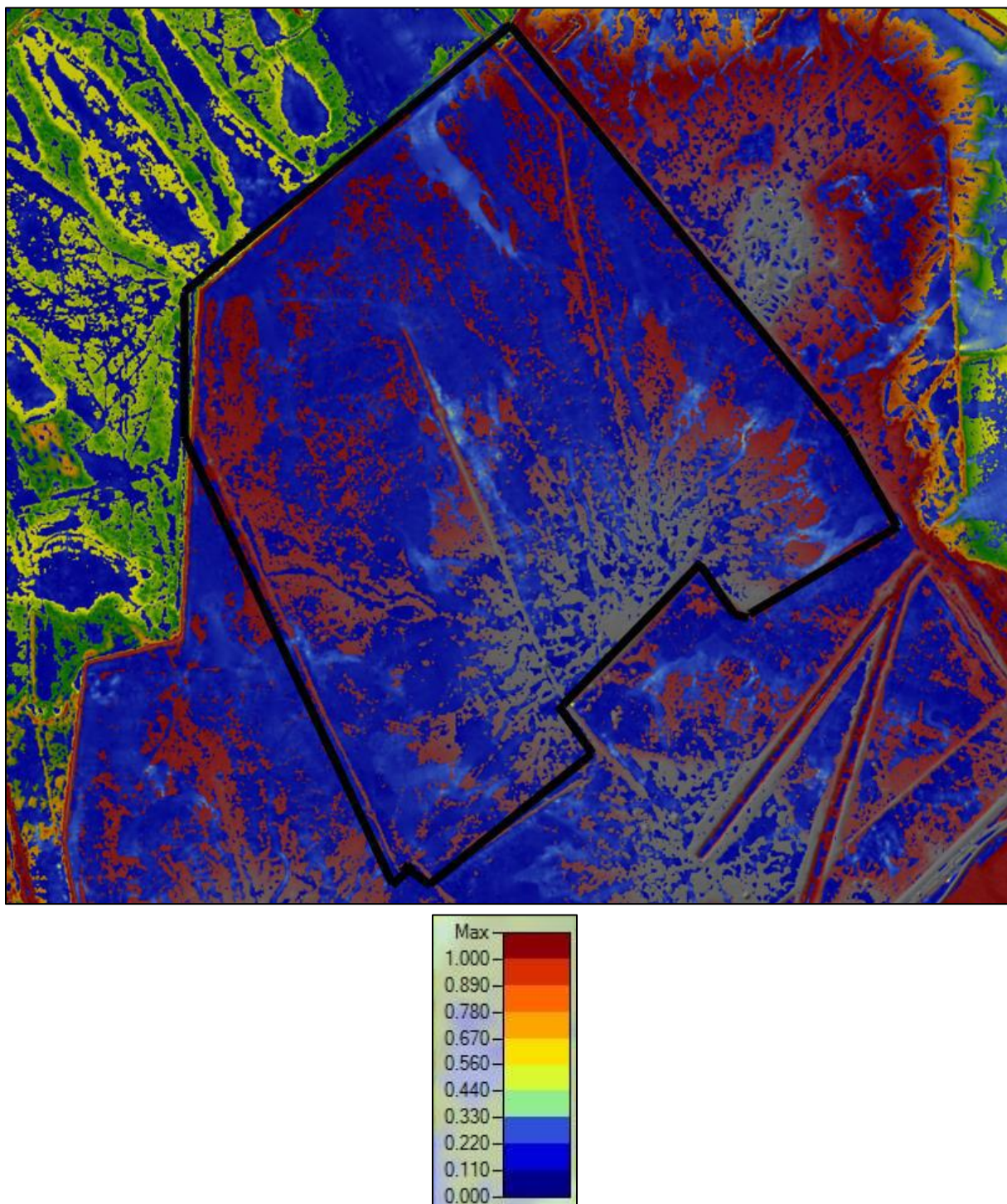


Figure 33: Légende par 0.1 m/s - Vitesses - Etat initial

8. Zones de compensation stratégiques

La mise en œuvre d'aménagements compensatoires en zones humides s'inscrit dans un cadre réglementaire strict visant à préserver la biodiversité et les fonctions écologiques des milieux naturels. Dans le cadre de ce rapport, il est mis en évidence différentes caractéristiques inhérentes au site concerné. Sur cette base, il appartiendra aux experts compétents de définir les modalités de compensation écologique les plus pertinentes, au regard des enjeux identifiés et des exigences réglementaires en vigueur.

8.1. Elévation du terrain

De manière générale, le modèle numérique de terrain met en évidence une topographie globalement peu contrastée, caractérisée par de faibles gradients altimétriques. Deux secteurs se distinguent néanmoins, au nord et au sud de la parcelle, comme illustré sur la carte ci-après.

Le secteur nord correspond à une dépression topographique, avec des altitudes avoisinant 1,0 m NGF. À l'inverse, le secteur sud se caractérise par une surélévation relative, atteignant environ 2,80 m NGF. Le reste de la parcelle présente des altitudes intermédiaires, de l'ordre de 1,40mNGF.

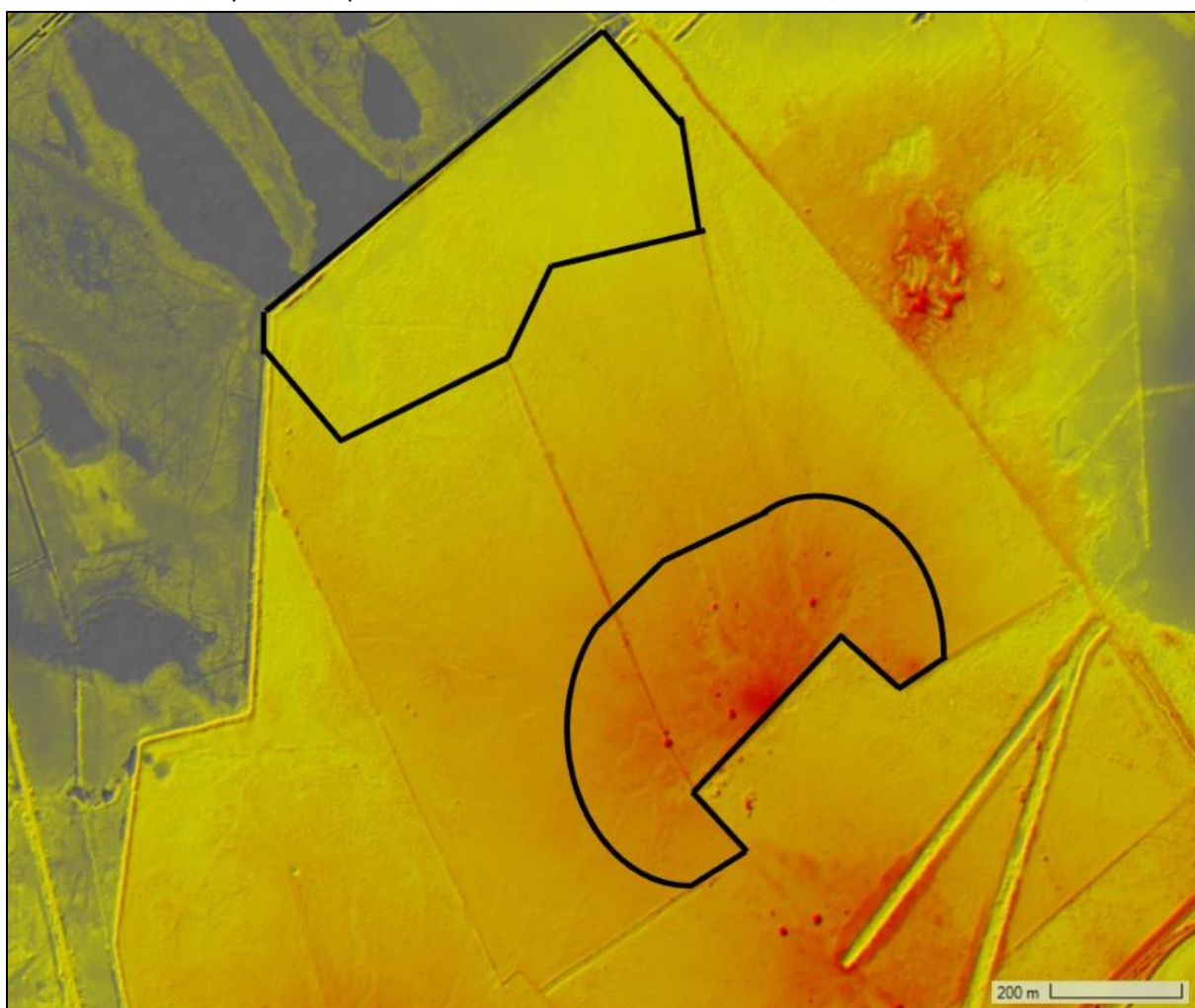


Figure 34: Elévation du terrain

8.2. Activité du manadier

La zone de compensation est actuellement utilisée comme enclos d'élevage pour un troupeau de taureaux géré par un manadier. La pression de pâture y est manifeste, comme en attestent les nombreuses traces de piétinement observées lors de la visite de terrain.

Ces dernières se concentrent principalement dans le secteur Sud de la parcelle de par l'accès, traduisant une fréquentation plus soutenue de cette zone où les formations de type sansouïres y sont par ailleurs dominantes, cela induit des contraintes localisées sur les sols et la végétation.

Les traces sont cependant présentes sur la totalité de la parcelle.

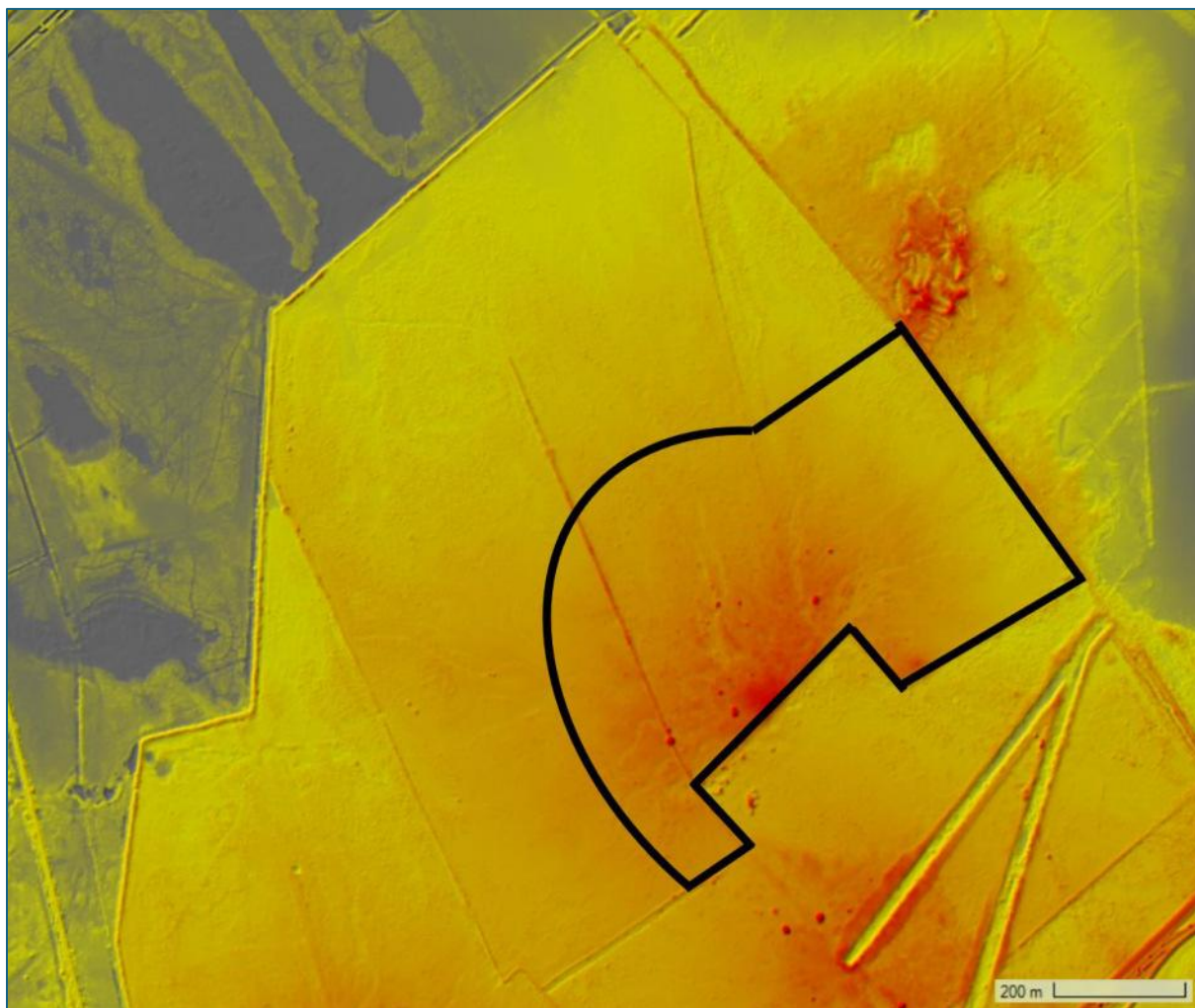


Figure 35: Zone préférentielle de présence des taureaux

8.3. Présence de traces de sel

Au regard des usages passés du site présentés dans les parties précédentes, des indices marqués de salinisation des sols ont été observés. En particulier, la présence d'une pellicule blanchâtre sur les horizons secs, atteste d'une accumulation de sels en surface.

Ces conditions contraignantes limitent le développement et la diversification des végétaux, en favorisant des espèces halotolérantes au détriment d'une végétation plus diversifiée.

L'analyse spatiale à l'aide de photographies aériennes met en évidence une hétérogénéité de cette salinité : les secteurs situés au Sud ainsi qu'au Nord-Ouest de la parcelle apparaissent relativement moins affectés par ces phénomènes. Ces zones présentent en conséquence une densité végétale plus élevée, traduisant des conditions plus favorables au développement de la végétation sous couvert de l'avis d'experts.

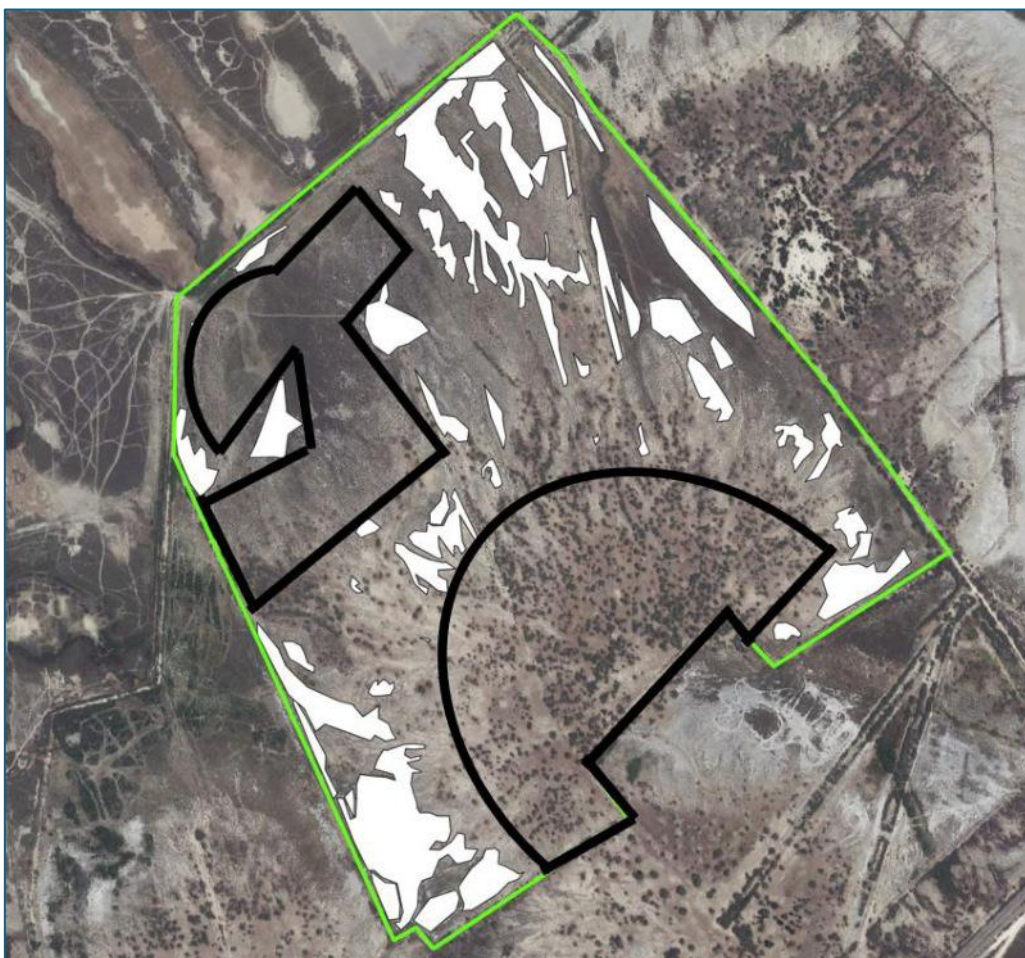


Figure 36: Traces de sel apparentes sur le terrain

8.4. Eaux stagnantes

Bien que les hauteurs d'eau observées restent faibles, il apparaît pertinent d'identifier et de discriminer les secteurs les moins exposés à ces conditions hydromorphes.

Les zones d'accumulation des eaux sont périphériques au terrain.

Il est assez étonnant de constater que malgré un terrain de remblais compact et argileux, les eaux s'infiltrent tout de même dans un temps de quelques semaines.

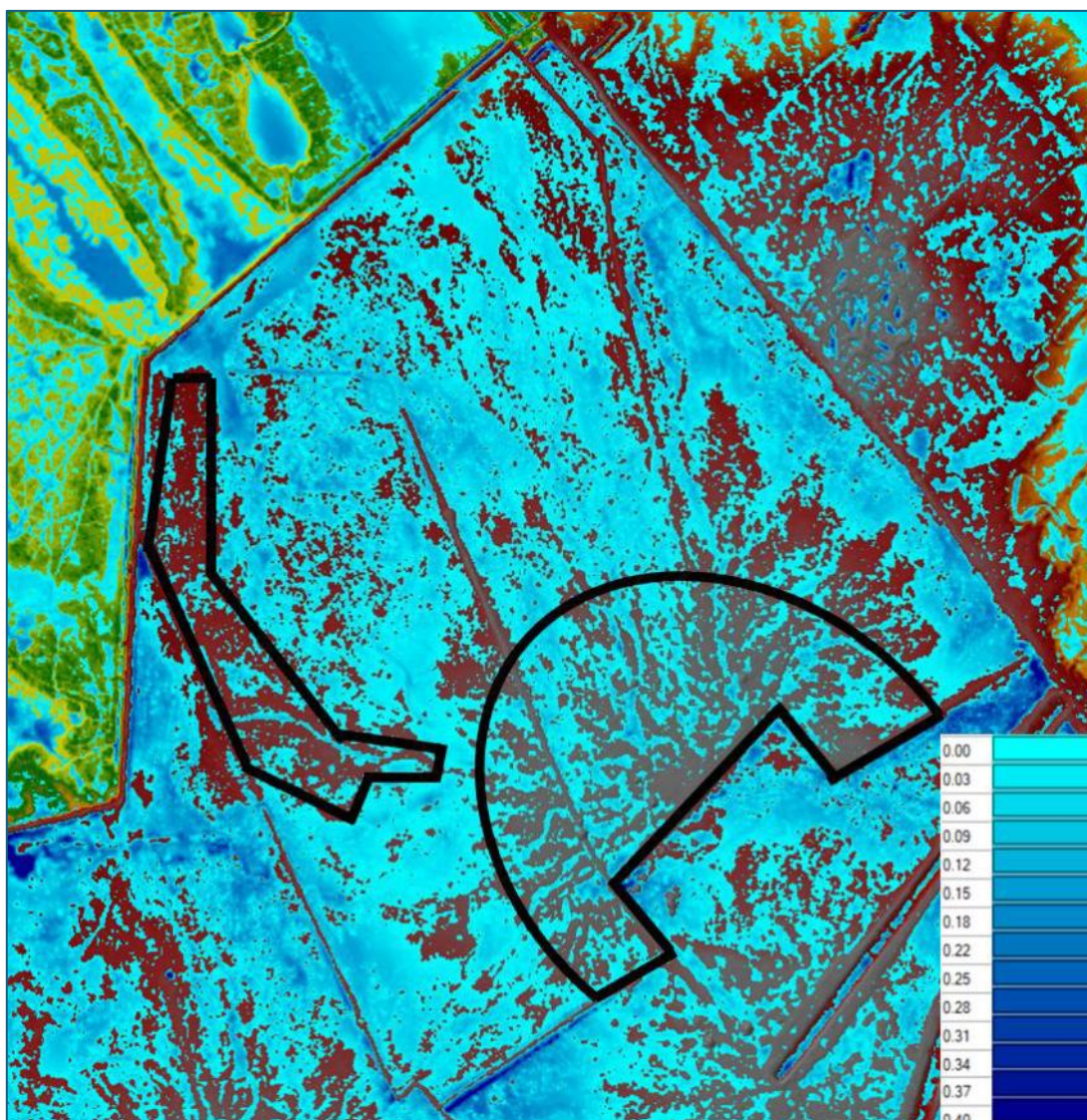


Figure 37: Cartographie des hauteurs d'eau sur le site – zones contenant le moins d'eau

8.5. Mesures par sondes piézométriques

La pose des 3 sondes de hauteur d'eau viendront compléter cette partie du rapport servant comme calage postérieur du modèle avec 6 mois de suivis. Celles-ci ont été posées le 22 avril 2026 aux emplacements suivants indiqués par les points bleus :





Figure 38: Emplacement des sondes de hauteur d'eau

9. Evolution du présent rapport

Des mesures qualitatives sont prévues dans le courant du mois de mai 2026 pour les paramètres suivants :

- Humidité du sol : 0 à 100 %
- Température du sol : -20 °C à +60 °C
- pH du sol : de 3 à 9 pH
- Conductivité électrique (EC) : 0 à 10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- NPK (nutriments du sol) :
 - Azote (N)
 - Phosphore (P)
 - Potassium (K)avec une plage de 0 à 1999 mg/kg

Ainsi, il sera produit une information sur la base de ces paramètres

Selon les événements pluvieux observés depuis la pose des capteurs, les données y seront potentiellement relevées.



Depuis la dernière visite, il est apparu une autre parcelle à étudier à proximité du barrage de sel. Cette parcelle sera également visitée.

A savoir également que durant la visite de terrain du 22 avril, la zone est infestée de centaines de moustiques tigre sur chacun des intervenants, rendant le travail de mesures compliqué.

10. Potentiel provisoire

A ce stade, la réflexion est de pouvoir apporter de l'eau non salée sur ces sols. La seule possibilité est de raccorder les eaux situées au nord de cette parcelle. Il y a cependant une contrainte de cote altimétrique qui nécessiterait un système de relevage.

Il sera donc utile de situer cette différence de cote afin d'établir la faisabilité d'apport d'eau non salée.

11. Signature

Le bureau d'études HYDRATIS, enregistré sous le numéro Siret 849 664 008 00018, situé au Technopole de l'Environnement avenue Louis Philibert à Aix-en-Provence, société représentée par M. Philippe Mauzet, président de la société et hydrogéologue, établit ce rapport provisoire n° 913 - V1 - 26

Le 07 mai 2026,





Annexe 13 - Cerfa et annexes aux cerfas – Demande de dérogation

**DEMANDE DE DÉROGATION
POUR LA DESTRUCTION, L'ALTÉRATION, OU LA DÉGRADATION
DE SITES DE REPRODUCTION OU D'AIRES DE REPOS D'ANIMAUX D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES**

Titre I du livre IV du code de l'environnement
Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations
définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées

A. VOTRE IDENTITÉ

Nom et Prénom :
ou Dénomination (pour les personnes morales) : .. MARCEGAGLIA FOS-SUR-MER
Nom et Prénom du mandataire (le cas échéant) : .. JACQUES YVES FLOCH
Adresse : N° Rue ROUTE DU QUAI MINÉRAIER
Commune FOS-SUR-MER
Code postal 13270
Nature des activités : 24.10.SIDERURGIE
Qualification : DIRECTEUR GÉNÉRAL MARCEGAGLIA FOS-SUR-MER

B. QUELS SONT LES SITES DE REPRODUCTION ET LES AIRES DE REPOS DÉTRUITS, ALTÉRÉS OU DÉGRADÉS

ESPÈCE ANIMALE CONCERNÉE		Description (1)
Nom scientifique	Nom commun	
B1		CF ANNEXE JOINTE : 45 espèces avérées + 34 espèces communes d'oiseaux + 5 espèces potentielles
B2		
B3		
B4		
B5		

(1) préciser les éléments physiques et biologiques des sites de reproduction et aires de repos auxquels il est porté atteinte

C. QUELLE EST LA FINALITÉ DE LA DESTRUCTION, DE L'ALTÉRATION OU DE LA DÉGRADATION *

Protection de la faune ou de la flore	☐	Prévention de dommages aux forêts	☐
Sauvetage de spécimens	☐	Prévention de dommages aux eaux	☐
Conservation des habitats	☐	Prévention de dommages à la propriété	☐
Etude écologique	☐	Protection de la santé publique	☐
Etude scientifique autre	☐	Protection de la sécurité publique	☐
Prévention de dommages à l'élevage	☐	Motif d'intérêt public majeur	☒
Prévention de dommages aux pêcheries	☐	Détention en petites quantités	☐
Prévention de dommages aux cultures	☐	Autres	☐

Préciser l'action générale dans laquelle s'inscrit l'opération, l'objectif, les résultats attendus, la portée locale, régionale ou nationale :

Cf. dossier CNPN

Suite sur papier libre

D. QUELLES SONT LA NATURE ET LES MODALITÉS DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION *

Destruction

☒ Préciser :

Cf. dossier CNPN

Altération

☒ Préciser :

Cf. dossier CNPN

Dégradation

☒ Préciser :

Cf. dossier CNPN

Suite sur papier libre

E. QUELLE EST LA QUALIFICATION DES PERSONNES ENCADRANT LES OPÉRATIONS *

Formation initiale en biologie animale

☒ Préciser :

Formation en Ecologie

Formation continue en biologie animale

☐ Préciser :

Autre formation

☐ Préciser :

F. QUELLE EST LA PÉRIODE OU LA DATE DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION

Préciser la période :

ou la date : Cf. dossier CNPN

G. QUELS SONT LES LIEUX DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION

Régions administratives : Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Départements : Bouches-du-Rhône

Cantons : Istres (131)

Communes : Fos-sur-Mer

H. EN ACCOMPAGNEMENT DE LA DESTRUCTION, DE L'ALTÉRATION OU DE LA DÉGRADATION, QUELLES SONT LES MESURES PRÉVUES POUR LE MAINTIEN DE L'ESPÈCE CONCERNÉE DANS UN ÉTAT DE CONSERVATION FAVORABLE *

Reconstitution de sites de reproduction et aires de repos

☐

Mesures de protection réglementaires

☐

Mesures contractuelles de gestion de l'espace

☒

Renforcement des populations de l'espèce

☐

Autres mesures

☒ Préciser :

Cf. dossier CNPN

Préciser éventuellement à l'aide de cartes ou de plans les mesures prises pour éviter tout impact défavorable sur la population de l'espèce concernée :

Suite sur papier libre

I. COMMENT SERA ÉTABLI LE COMPTE RENDU DE L'OPÉRATION

Bilan d'opérations antérieures (s'il y a lieu) :

Modalités de compte rendu des opérations à réaliser :

CF DREAL - Cf. dossier CNPN

* cocher les cases correspondantes

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux données nominatives portées dans ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour ces données auprès des services préfectoraux.

Fait à FOS-SUR-MER

le 09 JUILLET 2026

Votre signature

JACQUES-YVES FLOCH

Envoyer par mail

J.Y.F.



Annexe au Cerfa 614

B. Quels sont les sites de reproduction et les aires de repos détruits, altérés ou dégradés

Espèce animale concernée Nom commun Nom scientifique		Description / Surface
B1	Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)	0,7 ha (reproduction) (destruction)
B2	Pélodyte ponctué (<i>Pelodytes punctatus</i>)	0,5 ha (reproduction) destruction + 0,2 ha altérés 21,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés
B3	Grenouille de Pérez / de Graf (<i>Pelophylax perezii</i> /P. kl. grafi)	0,5 ha (reproduction) destruction + 0,2 ha altérés 21,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés 0,5 ha (reproduction) 21,9 ha (Phase terrestre)
B4	Crapaud calamite (<i>Epidalea calamita</i>)	0,5 ha (reproduction) destruction + 0,2 ha altérés 36,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés 0,5 ha (reproduction)
B5	Rainette méridionale (<i>Hyla meridionalis</i>)	0,3 ha (reproduction) destruction + 0,1 ha altérés 21,9 ha (Phase terrestre) destruction + 6,8 ha altérés 0,3 ha (reproduction) 21,9 ha (Phase terrestre)
B6	Couleuvre de Montpellier (<i>Malpolon monspessulanum</i>)	15,7 ha destruction + 4,8 ha altérés
B7	Couleuvre à échelons (<i>Zamenis scalaris</i>)	15,7 ha destruction + 4,8 ha altérés
B8	Couleuvre vipérine (<i>Natrix maura</i>)	15,7 ha destruction + 4,8 ha altérés
B9	Lézard des murailles (<i>Podarcis muralis</i>)	25,5 ha destruction + 7,1 ha altérés
B10	Couleuvre helvétique (<i>Natrix helvetica</i>)	16,3 ha destruction + 5 ha altérés
B11	Tarente de Maurétanie (<i>Tarentola mauritanica</i>)	42,3 ha destruction + 12,4 ha altérés
B12	Rollier d'Europe* (<i>Coracias garrulus</i>)	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
B13	Busard des roseaux* (<i>Circus aeruginosus</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B14	Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	Destruction d'habitat de nidification (10,3 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (10,2 ha) Dérangement d'individus (migration)
B15	Effraie des clochers* (<i>Tyto alba</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (2,7 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,7 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B16	Faucon hobereau* (<i>Falco subbuteo</i>)	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation



Espèce animale concernée Nom commun Nom scientifique		Description / Surface
		(23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
B17	Huïtrier pie* (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B18	Huppe (<i>Upupa epops</i>) fasciée*	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (9,9 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B19	Œdicnème (<i>Burhinus oedicnemus</i>) criard*	Destruction d'habitat de nidification (13,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (14,2 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (4 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B20	Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration)
B21	Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	Destruction d'habitat de nidification (1,4 ha) Altération d'habitat de nidification (0,2 ha)
B22	Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (2 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
B23	Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B24	Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B25	Buse (<i>Buteo buteo</i>) variable*	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B26	Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B27	Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	Destruction d'habitat de nidification et d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (0,07 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B28	Cochevis (<i>Galerida cristata</i>) huppé*	Destruction d'habitat d'alimentation (0,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,07 ha)



Espèce animale concernée Nom commun Nom scientifique		Description / Surface
		Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B29	Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B30	Faucon crécerelle*	Destruction d'habitat de nidification (5,5 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (23,1 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (7,3 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B31	Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
B32	Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (16,9 ha) Altération d'habitat d'alimentation (4,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
B33	Héron cendré* ()	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B34	Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (16,9 ha) Altération d'habitat d'alimentation (4,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
B35	Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B36	Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	Destruction d'habitat de nidification (4,8 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (7,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (3,9 ha) Dérangement d'individus (migration)
B37	Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	Destruction d'habitat de nidification et d'alimentation (5,5 ha) Altération d'habitat d'alimentation (2,6 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B38	Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	Destruction d'habitat d'alimentation (1,4 ha) Altération d'habitat d'alimentation (0,4 ha) Dérangement d'individus (migration)
B39	Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	Destruction d'habitat de nidification (2 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (7,5 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (3,9 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)



Espèce animale concernée Nom commun Nom scientifique		Description / Surface
B40	Cortège des oiseaux nicheurs communs protégés* (34 espèces : Bergeronnette grise, Bondrée apivore, Bouscarle de Cetti, Choucas des tours, Echasse blanche, Fauvette à tête noire, Fauvette mélanocéphale, Gobemouche noir, Goéland leucophaea, Grand Cormoran, Héron garde-bœufs, Martinet noir, Mésange à longue queue, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Moineau domestique, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse, Pic vert, Pie-grièche à tête rousse, Pinson des arbres, Pipit des arbres, Pipit farlouse, Pouillot de Bonelli, Pouillot de Sibérie, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Roitelet huppé, Rossignole philomèle, Rougegorge familier, Rougequeue noir, Sterne hansel, Sterne pierregarin, Troglodyte mignon)	Destruction d'habitat de nidification (27,9 ha) Destruction d'habitat d'alimentation (12,4 ha) Altération d'habitat de nidification et d'alimentation (8,2 ha) Dérangement d'individus (migration/hivernage)
B41	Hérisson d'Europe (<i>Erinaceus europaeus</i>)	12,7 ha d'habitat détruits
B42	Écureuil roux (<i>Sciurus vulgaris</i>)	9,5 ha d'habitat détruits
B43	Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré
B44	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte détruits
B45	Petit/Grand murin * (<i>Myotis blythii/myotis</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré
B46	Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
B47	Murin Cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
B48	Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré



Espèce animale concernée Nom commun Nom scientifique		Description / Surface
		24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
B49	Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
B50	Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels
B51	Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	19,6ha d'habitat de chasse détruit 2,6km d'habitat de transit détruit 1,3ha d'habitat de chasse altéré 466m d'habitat de transit altéré 24 arbres gîte potentiels détruits 4 gîtes anthropiques potentiels

Espèce avérée

Espèce fortement
potentielle

DEMANDE DE DÉROGATION
POUR ☒ **LA CAPTURE OU L'ENLÈVEMENT ***
☒ **LA DESTRUCTION ***
☒ **LA PERTURBATION INTENTIONNELLE ***
DE SPÉCIMENS D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES

* cocher la case correspondant à l'opération faisant l'objet de la demande

Titre I du livre IV du code de l'environnement

Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations
définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées

A. VOTRE IDENTITÉ

Nom et Prénom :
ou Dénomination (pour les personnes morales) : ... MARCEGAGLIA FOS-SUR-MER
Nom et Prénom du mandataire (le cas échéant) : ... JACQUES-YVES FLOCH
Adresse : N° Rue ... ROUTE DU QUAL MINERALIER
Commune ... FOS-SUR-MER
Code postal ... 13270
Nature des activités : ... 24.10 SIDERURGIE
Qualification : ... DIRECTEUR GENERAL MARCEGAGLIA FOS-SUR-MER

B. QUELS SONT LES SPÉCIMENS CONCERNÉS PAR L'OPÉRATION

	Nom scientifique Nom commun	Quantité	Description (1)
B1			CF. ANNEXE JOINTE : 45 esp. avérées + 5 esp. potentielles + 34 esp. communes d'oiseaux
B2			
B3			
B4			
B5			

(1) nature des spécimens, sexe, signes particuliers

C. QUELLE EST LA FINALITÉ DE L'OPÉRATION *

Protection de la faune ou de la flore	☐	Prévention de dommages aux cultures	☐
Sauvetage de spécimens	☐	Prévention de dommages aux forêts	☐
Conservation des habitats	☐	Prévention de dommages aux eaux	☐
Inventaire de population	☐	Prévention de dommages à la propriété	☐
Etude écoéthologique	☐	Protection de la santé publique	☐
Etude génétique ou biométrique	☐	Protection de la sécurité publique	☐
Etude scientifique autre	☐	Motif d'intérêt public majeur	☒
Prévention de dommages à l'élevage	☐	Détention en petites quantités	☐
Prévention de dommages aux pêcheries	☐	Autres	☐

Préciser l'action générale dans laquelle s'inscrit l'opération, l'objectif, les résultats attendus, la portée locale, régionale ou nationale :

Suite sur papier libre

D. QUELLES SONT LES MODALITÉS ET LES TECHNIQUES DE L'OPÉRATION

(renseigner l'une des rubriques suivantes en fonction de l'opération considérée)

D1. CAPTURE OU ENLÈVEMENT *

Capture définitive ☐ Préciser la destination des animaux capturés :
Capture temporaire ☒ avec relâcher sur place ☐ avec relâcher différé ☒
S'il y a lieu, préciser les conditions de conservation des animaux avant le relâcher :
cf dossier CNPN

S'il y a lieu, préciser la date, le lieu et les conditions de relâcher :

Capture manuelle ☐ Capture au filet ☐
Capture avec époussette ☐ Pièges ☐ Préciser :
Autres moyens de capture ☐ Préciser :
Utilisation de sources lumineuses ☐ Préciser :
Utilisation d'émissions sonores ☐ Préciser :
Modalités de marquage des animaux (description et justification) :

Suite sur papier libre

D2. DESTRUCTION *

Destruction des nids ☐ Préciser :
Destruction des œufs ☐ Préciser :
Destruction des animaux ☒ Par animaux prédateurs ☐ Préciser : Lors de la préparation des emprises
Par pièges létaux ☐ Préciser :
Par capture et euthanasie ☐ Préciser :
Par armes de chasse ☐ Préciser :
Autres moyens de destruction ☒ Préciser : CF. dossier CNPN

Suite sur papier libre

D3. PERTURBATION INTENTIONNELLE *

Utilisation d'animaux sauvages prédateurs ☐ Préciser :
Utilisation d'animaux domestiques ☐ Préciser :
Utilisation de sources lumineuses ☐ Préciser :
Utilisation d'émissions sonores ☐ Préciser :
Utilisation de moyens pyrotechniques ☐ Préciser :
Utilisation d'armes de tir ☐ Préciser :
Utilisation d'autres moyens de perturbation intentionnelle ☒ Préciser : CF. dossier CNPN

Suite sur papier libre

E. QUELLE EST LA QUALIFICATION DES PERSONNES CHARGÉES DE L'OPÉRATION *

Formation initiale en biologie animale ☒ Préciser : Master en Ecologie
Formation continue en biologie animale ☐ Préciser :
Autre formation ☐ Préciser :

F. QUELLE EST LA PÉRIODE OU LA DATE DE L'OPÉRATION

Préciser la période : CF. dossier CNPN
ou la date :

G. QUELS SONT LES LIEUX DE L'OPÉRATION

Régions administratives PACA
Départements : Bouches-du-Rhône
Cantons : Istres (13)
Communes : Fos-sur-Mer

H. EN ACCOMPAGNEMENT DE L'OPÉRATION, QUELLES SONT LES MESURES PRÉVUES POUR LE MAINTIEN DE L'ESPÈCE CONCERNÉE DANS UN ÉTAT DE CONSERVATION FAVORABLE *

Relâcher des animaux capturés ☐ Mesures de protection réglementaires ☐
Renforcement des populations de l'espèce ☐ Mesures contractuelles de gestion de l'espace ☐
Préciser éventuellement à l'aide de cartes ou de plans les mesures prises pour éviter tout impact défavorable sur la population de l'espèce concernée : CF. dossier CNPN

Suite sur papier libre

I. COMMENT SERA ÉTABLI LE COMPTE RENDU DE L'OPÉRATION

Bilan d'opérations antérieures (s'il y a lien) :

Modalités de compte rendu des opérations à réaliser :

CR DREAL - CF. dossier CNPN

* cocher les cases correspondantes

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux données nominatives portées dans ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour ces données auprès des services préfectoraux.

Fait à FOS-SUR-MER

le 09 JUILLET 2026

Votre signature

JACQUES-YVES FLOCH

Envoyer par mail

J.Y.F.



Annexe au Cerfa 616

B. Quelles sont les espèces concernées par de la destruction ou la perturbation intentionnelles d'individus ?

Espèce animale concernée Nom commun Nom scientifique		Destruction	Perturbation intentionnelle
B1	Sphinx de l'Argousier (<i>Hyles hippophaes</i>)	1-10 ind	-
B2	Pélodyte ponctué (<i>Pelodytes punctatus</i>)	1-2 ind.	15-50 ind.
B3	Grenouille de Pérez / de Graf (<i>Pelophylax perezii</i> /P. kl. grafi)	1-2 ind.	15-50 ind.
B4	Crapaud calamite (<i>Epidalea calamita</i>)	1-5 ind.	15-50 ind.
B5	Rainette méridionale (<i>Hyla meridionalis</i>)	1-2 ind.	1-15 ind.
B6	Couleuvre de Montpellier (<i>Malpolon monspessulanum</i>)	1-2 ind.	1-10 ind.
B7	Couleuvre à échelons (<i>Zamenis scalaris</i>)	1-2 ind.	1-10 ind.
B8	Couleuvre vipérine (<i>Natrix maura</i>)	1-2 ind.	1-50 ind.
B9	Lézard des murailles (<i>Podarcis muralis</i>)	1-5 ind.	1-10 ind.
B10	Couleuvre helvétique (<i>Natrix helvetica</i>)	1-2 ind.	1-10 ind.
B11	Tarente de Maurétanie (<i>Tarentola mauritanica</i>)	1-5 ind	1-50 ind
B12	Rollier d'Europe* (<i>Coracias garrulus</i>)	-	1 couple
B13	Busard des roseaux* (<i>Circus aeruginosus</i>)	-	<2 ind.
B14	Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	-	1 couple
B15	Effraie des clochers* (<i>Tyto alba</i>)	-	<10 ind.
B16	Faucon hobereau* (<i>Falco subbuteo</i>)	-	1 couple
B17	Huïtrier pie* (<i>Haematopus ostralegus</i>)	-	1 couple
B18	Huppe fasciée* (<i>Upupa epops</i>)	-	2 à 3 couples
B19	Œdicnème criard* (<i>Burhinus oedichemus</i>)	-	2 à 3 couples
B20	Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)	-	1 à 2 couples
B21	Tadorne de Belon* (<i>Tadorna tadorna</i>)	-	1 couple
B22	Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)	-	1 ind.



Espèce animale concernée Nom commun <i>Nom scientifique</i>		Destruction	Perturbation intentionnelle
B23	Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	-	1 ind.
B24	Busard Saint-Martin* (<i>Circus cyaneus</i>)	-	1 ind.
B25	Buse variable* (<i>Buteo buteo</i>)	-	1 couple
B26	Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	-	1 ind.
B27	Cisticole des joncs* (<i>Cisticola juncidis</i>)	-	1 couple
B28	Cochevis huppé* (<i>Galerida cristata</i>)	-	1 ind.
B29	Epervier d'Europe* (<i>Accipiter nisus</i>)	-	1 couple
B30	Faucon crécerelle* (<i>Falco tinnunculus</i>)	-	1 ind.
B31	Fauvette grisette* (<i>Sylvia communis</i>)	-	1 ind.
B32	Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	-	1 à 10 ind.
B33	Héron cendré* (<i>Ardea cinerea</i>)	-	1 ind.
B34	Hirondelle rustique* (<i>Hirundo rustica</i>)	-	1 à 10 ind.
B35	Martin-pêcheur d'Europe* (<i>Alcedo atthis</i>)	-	1 ind.
B36	Milan noir* (<i>Milvus migrans</i>)	-	1 à 2 couples
B37	Pic épeichette* (<i>Dendrocopos minor</i>)	-	1 à 2 couples
B38	Pie-grièche à tête rousse* (<i>Lanius senator</i>)	-	1 ind.
B39	Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)	-	1 couple
B40	Cortège des oiseaux nicheurs communs protégés* (34 espèces : Bergeronnette grise, Bondrée apivore, Bouscarle de Cetti, Choucas des tours, Echasse blanche, Fauvette à tête noire, Fauvette mélanocéphale, Gobemouche noir, Goéland leucopnée, Grand Cormoran, Héron garde-bœufs, Martinet noir, Mésange à longue queue, Mésange bleue, Mésange	-	1 à 2 ind./esp.



Espèce animale concernée Nom commun Nom scientifique		Destruction	Perturbation intentionnelle
	charbonnière, Moineau domestique, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse, Pic vert, Pie-grièche à tête rousse, Pinson des arbres, Pipit des arbres, Pipit farlouse, Pouillot de Bonelli, Pouillot de Sibérie, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Roitelet huppé, Rossignole philomèle, Rougegorge familier, Rougequeue noir, Sterne hansel, Sterne pierregarin, Troglodyte mignon)		
B41	Hérisson d'Europe (<i>Erinaceus europaeus</i>)	1 à 5 individus	1 à 5 individus
B42	Écureuil roux (<i>Sciurus vulgaris</i>)	1 à 5 individus	1 à 5 individus
B43	Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	-	Effectif non évaluable
B44	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	-	Effectif non évaluable
B45	Petit/Grand murin * (<i>Myotis blythii/myotis</i>)	-	Effectif non évaluable
B46	Noctule de Leisler* (<i>Nyctalus leisleri</i>)	-	Effectif non évaluable
B47	Murin Cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)	-	Effectif non évaluable
B48	Pipistrelle de Nathusius* (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	-	Effectif non évaluable
B49	Murin de Daubenton* (<i>Myotis daubentonii</i>)	-	Effectif non évaluable
B50	Pipistrelle commune* (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	-	Effectif non évaluable
B51	Pipistrelle de Kuhl* (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	-	Effectif non évaluable

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------



Annexe 14 : Tableur MNEFZH

METHODE NATIONALE D'EVALUATION DES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES V2.0**FICHE D'EVALUATION DU PROJET D'AMENAGEMENT**

Date de création du tableau V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : 05/01/2026.



Dans un premier temps, répondez aux questions dans les cellules avec un fond coloré de cet onglet (EVAL) selon les recommandations dans la notice du guide disponible sur le centre de ressources milieux humides, en cliquant sur l'icone à droite (dès la page 71).



Dans cet onglet (EVAL), les textes **bleus** sont des indications. Les textes **rouges** indiquent des réponses incohérentes.

Les questions avec un * sont uniquement informatives, sans effet sur les indicateurs.

Reportez-vous à la dernière question pour toute remarque ou illustration complémentaire.



Après avoir répondu aux questions de cet onglet (EVAL), dans un second temps, évaluez le respect des principes régissant la mise en œuvre de la séquence ERC en consultant les onglets en bleu du présent tableur.



Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de cet onglet (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

1**INFORMATIONS A RENSEIGNER AU BUREAU AVANT LES PROSPECTIONS SUR LE TERRAIN**

Date

Avant impact
(état initial)Avec impact
envisagé
(simulation)Après
impactAvant action
écologique
(état initial)Avec action écologique
envisagée
(simulation)Après
action écologique

23-avr.-26

22-mai-26

Renseignez la date à laquelle vous simulez l'état qui serait observable avec imp. env.

Renseignez la date à laquelle vous

Observateurs

Nom	Prénom	Fonction	Organisme
NOLLEAU	Basile	Chargé d'étude Zones	ECO-MED
CORRE	Chloé	Chargé d'étude Zones	ECO-MED

Nom	Prénom	Fonction	Organisme
NOLLEAU	Basile	Chargé d'étude	ECO-MED
CORRE	Chloé	Chargé d'étude	ECO-MED

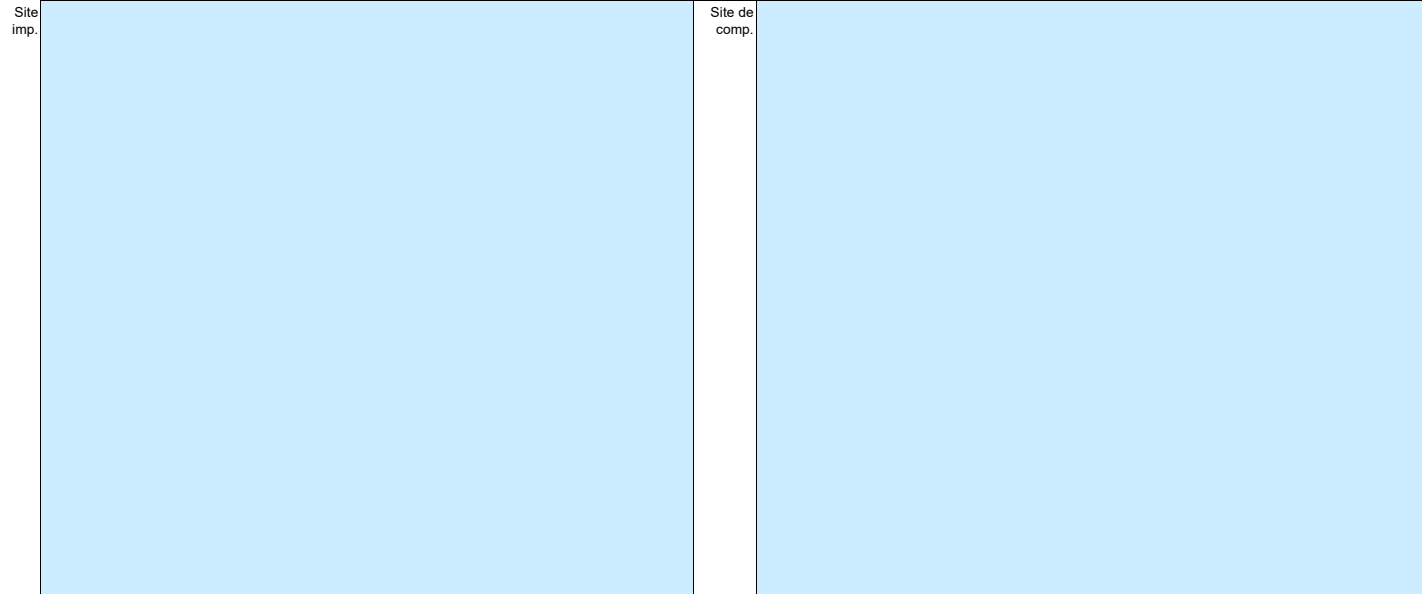
Indiquez les documents mobilisés pour répondre aux questions

1.1

Les renseignements généraux

Site impacté	Site de compensation
Département(s) 34 Hérault	34 Hérault
Commune(s) Fos-sur-mer	Port-Saint-Louis-du-Rhône
Lieu-dit	

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond)
avec en fond de carte la BD ORTHO®



Si l'emprise du site évolue entre les états "avant", "avec" et "après", insérez une carte matérialisant l'emprise du site par état.

Question 1 - Quelle est la superficie du site ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
38,700	21,740	ha.	76,780	77,960	ha.

Recommandation : évitez d'évaluer un grand site d'un seul tenant, privilégiez plusieurs évaluations complémentaires (plusieurs tableaux) !

Pour mieux appréhendez le résultat, privilégiez plusieurs évaluations complémentaires (plusieurs tableaux) pour évaluer un grand site d'un seul tenant (par ex. > 10 ha) !

Recommandation : évitez d

Question 2 - Si le site de compensation est constitué de polygones disjoints, quelle est la superficie moyenne de ces polygones ? Sinon, passez à la question suivante sans répondre à celle-ci.

Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
		ha.

La superficie moyenne ne peut pas être égale à 0 ha si celle renseignée à la question 1 est supérieure à 0 ha pour un état donné.

Question 3 - Le site de compensation fait-il actuellement l'objet d'engagements privés dans le cadre d'un autre projet d'aménagement que celui concerné par cette évaluation ? Fait-il actuellement l'objet d'engagements publics ?

Je ne sais pas

Commentaire éventuel :

Question 4 - Actuellement, le site de compensation fait-il l'objet de mesures de compensation écologique autres que pour les « habitats » et les « fonctions » de zone humide ?

Oui

Commentaire éventuel :

Question 5 - A quelle masse d'eau de surface appartient le site ?

CdEUMassD	FRDT20
NomMasseDE	Grand Rhône du seuil de Terrin à la méditerranée

FRDT20
Grand Rhône du seuil de Terrin à la méditerranée

Question 6* - Quels objectifs de préservation de la ressource en eau, des zones humides ou de la biodiversité sont identifiés sur le territoire où est le site ?

Site imp.

Site de comp.

Question 7 - Quel est le système hydrogéomorphologique du site ?

Répondre par un X

Alluvial	
Riverain des étendues d'eau	
Dépression	
Source et suintement	
Plateau	
Estuarien	X
Péri-lagunaire	
Côtier	
Panne dunaire	

Alluvial	
Riverain des étendues d'eau	
Dépression	
Source et suintement	
Plateau	
Estuarien	X
Péri-lagunaire	
Côtier	
Panne dunaire	

Question 8 - Si le site est alluvial, riverain des étendues d'eau, estuarien, péri-lagunaire, côtier ou de panne dunaire, quel est le nom du cours d'eau, de l'étendue d'eau, de la baie ou de l'estuaire associé ? Sinon, passez à la question suivante sans répondre à celle-ci.

Site imp.

Grand Rhône

Site de comp.

Grand Rhône

Question 9* - Si le site est alluvial ou riverain des étendues d'eau, quel est le rang de Strahler du cours d'eau auquel il est associé ? Sinon, passez à la question suivante sans répondre à celle-ci.

Site imp.

8

Site de comp.

8

Question 10* - Quand ont été édités la BD ORTHO®, la BD TOPO® et le Registre parcellaire graphique utilisés pour réaliser l'évaluation ?

	Avant impact (état initial)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Après action écologique
BD ORTHO®	2016		2016	
BD TOPO®				
RPG				

1.2

La zone contributive

SI le site est estuarien, péri-lagunaire, côtier ou de panne dunaire,
OU s'il est alluvial ou riverain des étendues d'eau avec un rang de Strahler > 5 ;
ALORS passez à la question 14. Ne décrivez pas la zone contributive.

Question 11 - Quelle est la zone contributive du site ?

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de sa zone contributive (polygone au contour bleu sans trame de fond)
avec en fond de carte le SCAN 25®

Site imp.		Site de comp.	

Question 12 – Quels sont la superficie et le périmètre de la zone contributive ?

Superficie		ha.	Superficie		ha.
Périmètre		km.	Périmètre		km.

Question 13 – Quelle est l'occupation du sol dans la zone contributive ?

Surfaces enherbées		ha.	Surfaces enherbées		ha.
Surfaces cultivées		ha.	Surfaces cultivées		ha.
Surfaces construites		ha.	Surfaces construites		ha.
Linéaire d'infrastructures de transport		km.	Linéaire d'infrastructures de transport		km.
Linéaire de cours d'eau		km.	Linéaire de cours d'eau		km.

1.3

La zone tampon

Question 14 - Quelle est la zone tampon du site ?

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de sa zone tampon (polygone au contour noir sans trame de fond)
avec en fond de carte la BD ORTHO®

Site
imp.



Site de
comp.



1.4**Le paysage****Question 15 - Quel est le paysage du site ?**

**Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de son paysage (polygone au contour vert sans trame de fond)
avec en fond de carte la BD ORTHO®**

Site
imp.Site de
comp.**Question 16 - Quelle est la superficie du paysage ?**

Superficie	998,644	ha.	864,176	ha.
------------	---------	-----	---------	-----

Question 17 - Quelle proportion du paysage est occupée par les milieux EUNIS niveau 1 ?

	A	Habitats marins	20,0	%	40,0	%
	B	Habitats côtiers	15,0	%		%
	C	Eaux de surface continentales		%	5,0	%
	D	Tourbières hautes et bas-marais		%		%
	E	Prairies ; terrains dominés par des non graminoides [...]	10,0	%	30,0	%
	F	Landes, fourrés et toundras	10,0	%	5,0	%
	G	Bois, forêts et autres habitats boisés	10,0	%		%
	H	Habitats continentaux sans végétation [...]		%	20,0	%
	I	Habitats agricoles [...] cultivés	10,0	%		%
	J	Zones bâties, sites industriels et autres [...]	25,0	%		%
La somme doit être égale à 100 %			100,0		100,0	

Question 18 - Quelle est la superficie ou quel est le linéaire de corridors boisés dans le paysage ?

Superficie mesurée sur la BD TOPO®	8,800	ha.	0,000	ha.
Linéaire mesuré sur la BD ORTHO®	3,000	km.	0,000	km.

Question 19 - Quel est le linéaire de corridors aquatiques et d'infrastructures dans le paysage ?

Corridors aquatiques temporaires	0,000	km.	11,600	km.
Corridors aquatiques permanents	7,500	km.	9,300	km.
Grandes infrastructures de transport	4,500	km.	3,000	km.
Petites infrastructures de transport	20,000	km.	8,000	km.

Question 20* - Une ligne à haute tension, un parc éolien ou un puits de captage sont-ils dans le paysage ?

Ligne à haute tension	Oui	Oui
Parc éolien	Non	Non
Puits de captage	Je ne sais pas	Je ne sais pas

Question 27 – Sur le site de compensation, quelle est l'évolution envisagée des habitats du fait des actions écologiques ?

Liste et dénomination des actions écologiques dans l'annexe 4 pages 149 et 150 du guide
+ définition des actions écologiques dans le Référentiel d'actions écologiques sur le site internet où sont disponibles le guide et le tableau

Avant action écologique (état initial)			Avec action écologique envisagée (simulation)					
Code	Nom de l'habitat	Proportion du site	Action écologique d'impulsion		Code	Nom de l'habitat	Proportion du site	Action écologique d'exploitation-entretien
A2.52	Partie supérieure des marais salés	64,0 %	Déblaiement Creusement, reconnexion d'annexes hydraul Réorientation des flux d'eau douce 	devenir	A2.52	Partie supérieure des marais salés	62,0 %	Gestion des niveaux d'eau
E1.6	Pelouses à annuelles subnitrophiles	30,0 %	Réorientation des flux d'eau douce Gestion des niveaux d'eau Déblaiement 		E1.6	Pelouses à annuelles subnitrophiles	30,0 %	Gestion des niveaux d'eau
H5.3	Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente	4,0 %	Déblaiement 		H5.3	Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente	4,0 %	
F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	1,0 %	 		F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	4,0 %	
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	1,0 %	Fauche avec export Coupe à blanc, défrichement et autres 				%	
		%	 				%	
		%	 				%	
		%	 				%	
		%	 				%	
		%	 				%	
		%	 				%	

Le bilan doit être égal à 100 % 100,0 %

On ne peut attendre d'un tel processus qu'une action écologique d'impulsion est renseignée.

Commentaire :

Quelles sont les meilleures techniques pour mettre en œuvre chaque action écologique sur le site de compensation ?

Question 29 – Quels sont les habitats présents dans le site au moment du contrôle ?

Le bilan doit être égal à 100 %

Avant impact (état initial)

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

Question 31* - Quels sont les habitats naturels menacés dont la présence est connue dans le site ?

Site imp.

Site de comp.

Question 32* - Quelles sont les espèces végétales protégées ou menacées dont la présence est connue dans le site ?

Site imp.

Site de comp.

Question 33* - Quelles sont les espèces animales protégées ou menacées dont la présence est connue sur le site ?

Site imp.

Site de comp.

Question 34 - Quelle proportion du site est occupée par un couvert végétal permanent ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
55,0		%	75,0		%

1.6**Le système fluvial associé au site**

SI le site est alluvial,

ALORS répondez aux 3 questions suivantes.

Question 35 - Quelle est la distance la plus courte entre le centre du site et le lit mineur du cours d'eau ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
		km.			km.

Question 36 - Quelle est la longueur développée et quelle est la longueur de l'enveloppe de méandrage du cours d'eau en passant par les points d'inflexion des sinuosités ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Longueur développée			km.			km.
Longueur de l'enveloppe de méandrage en passant par les points d'inflexion des sinuosités			km.			km.

Question 37* - Est-ce qu'il y a un endiguement entre le site et le cours d'eau ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique

1.7**La relation entre la mer et le site**

SI le site est estuarien, péri-lagunaire, côtier ou de panne dunaire,

ALORS répondez aux 2 questions suivantes.

Question 38* - Est-ce qu'il y a un endiguement entre le site et la mer ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Oui			Oui		

Question 39* - Des ouvrages hydrauliques modulent-ils les entrées d'eau d'origine marine vers le site ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Je ne sais pas			Je ne sais pas		

1.8**Protocole pour localiser les sondages pédologiques à réaliser sur le terrain**

Question 40* - Quels sont les matériaux parentaux dans le site ?

Site imp.	Sable Holocène	Site de comp.	Limons consolidés, Limons argilo-sableux sur sables limoneux du domaine littoral, Vases des étangs, Limons fluviatiles et
-----------	-------------------------------------	---------------	--

Question 41 - Le site a-t-il fait l'objet d'une pollution répertoriée sur la base de données nationale Basol ?

Avant impact (état initial)	Avant action écologique (état initial)
Non	Non
Commentaire éventuel :	

1.9**La topographie et le climat associé au site**

Question 42 - A quel étage altitudinal est le site ?

Site imp.	Collinéen	Site de comp.	Collinéen
-----------	--------------------------------	---------------	--------------------------------

Question 43 - A quelle hydro écorégion de niveau 2 appartient le site ?

Site imp.	Plaine méditerranéenne	Site de comp.	Plaine méditerranéenne

2

INFORMATIONS A RENSEIGNER SUR LE TERRAIN

Date				Date											
Avant impact (état initial)		Avec impact envisagé (simulation)		Après impact		Avant action écologique (état initial)		Avec action écologique envisagée (simulation)		Après action écologique					
23-avr.-26		0-janv.-00						0-janv.-00							
Observateurs															
Nom		Prénom		Fonction		Organisme		Nom		Prénom		Fonction		Organisme	
CORRE		Chloé		Chargé d'études ZH		ECO-MED		CORRE		Chloé		Chargé d'études ZH		ECO-MED	
NOLLEAU		Basile		Chargé d'études ZH		ECO-MED		NOLLEAU		Basile		Chargé d'études ZH		ECO-MED	

Avant impact (état initial)



Avec impact envisagé (simulation)

|--|

Question 45* - Quelle proportion du site est occupée par un remblai ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
			%			%

2.2**Les types de couverts végétaux dans le site****Question 46 - Quelle proportion du site est occupée par les couverts végétaux suivants ?**

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Sans couvert végétal, couverts principalement clairsemés (par ex. habitats EUNIS niveau 1 "H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée") ou principalement muscinaux	5		%	10		%
Couverts principalement herbacés bas (hauteur < 1 m) cultivés ou non, majoritairement composés d'espèces non ligneuses						
Absence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal	10		%	80		%
Présence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal			%			%
Export annuel de biomasse inconnu			%			%
Couverts principalement herbacés hauts (hauteur ≥ 1 m) cultivés ou non, majoritairement composés d'espèces non ligneuses						
Absence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal	25		%	5		%
Présence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal			%			%
Export annuel de biomasse inconnu			%			%
Couverts principalement arbustifs surtout composés d'espèces ligneuses d'une hauteur ≥ 1 m et < 7 m	40		%	5		%
Couverts principalement arborescents (hauteur ≥ 7 m)	20		%			%
Somme doit être égale à 100%	100		%	100		%

Question 47 - Si des habitats FB.1, FB.2, FB.3, FB.4 sont dans le site, quel est le couvert herbacé dans ces habitats ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Couvert herbacé < 30% en phase de croissance végétative			%			%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative						
Monospécifique ou quasi-monospécifique			%			%
Ni monospécifique, ni quasi-monospécifique			%			%
Somme			%			%

Question 48 - Si des habitats G1.C, G1.D, G2.8, G2.9, G3.7, G3.F, G5.2, G5.3, G5.4, G5.5 sont dans le site, quels sont les couverts herbacé, arbustif, hygrophile, non hygrophile dans ces habitats ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Couvert hygrophile						
herbacé			%			%
arbustif			%			%
Couvert non hygrophile						
Couvert herbacé < 30% en phase de croissance végétative						
et couvert arbustif < 30%			%			%
et couvert arbustif ≥ 30% monospécifique ou quasi-monospécifique			%			%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative monospécifique ou quasi-monospécifique						
et couvert arbustif < 30%			%			%
et couvert arbustif ≥ 30% monospécifique ou quasi-monospécifique			%			%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative ni monospécifique ni quasi-monospécifique						
et/ou couvert arbustif ≥ 30% ni monospécifique ni quasi-monospécifique			%			%
Somme			%			%

2.3

Invasions biologiques dans la zone tampon

Question 50 - Dans la zone tampon, des espèces végétales associées à des invasions biologiques sont-elles présentes ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Oui	Oui		Oui	Je ne sais pas	

2.4

Le fonctionnement hydraulique du site et de sa zone tampon

Question 51* - Détectez-vous la présence de sources dans le site ou dans sa zone tampon ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Je ne sais pas			Je ne sais pas		

Question 52 - Quel est le linéaire total de rigoles, de fossés et de fossés profonds dans le site et dans sa zone tampon ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Rigoles (profondeur < 0,3 m)						
Berges <u>et</u> fond végétalisés	0		m	0		m
Berges et/ou fond non végétalisés	0		m	0		m
Fossés (0,3 m ≤ profondeur < 1 m)						
Berges <u>et</u> fond végétalisés	500		m	700		m
Berges et/ou fond non végétalisés	0		m	0		m
Fossés profonds (profondeur ≥ 1 m)						
Berges <u>et</u> fond végétalisés	0		m	0		m
Berges et/ou fond non végétalisés	0		m	0		m

Question 53 - Quelle proportion du site et de sa zone tampon est drainée par des drains souterrains ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
je ne sais pas		%	je ne sais pas		%

Question 54 - Quelle proportion du site est ravivée sans végétation ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
0,0		%	0,0		%

2.5**Le système fluvial associé au site****SI le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou estuarien,****ALORS répondez aux 4 questions suivantes.****Question 55* - Le cours d'eau associé au site s'écoule-t-il complètement dans son talweg ?**

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Oui			Oui		
Site alluvial ou estuarien, répondez à cette question.			Site alluvial ou estuarien, répondez à cette question.		

Question 56 - Quelle est la hauteur maximale du niveau à pleins bords du cours d'eau ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Je ne sais pas		m	Je ne sais pas		m
Site alluvial ou estuarien, répondez à cette question.			Site alluvial ou estuarien, répondez à cette question.		

Question 57* - Des ouvrages en aval du site affectent-ils le niveau d'eau dans le cours d'eau ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Non			Non		
Site alluvial ou estuarien, répondez à cette question.			Site alluvial ou estuarien, répondez à cette question.		

Question 58 – Quelle est la longueur des berges de cours d'eau occupées par les aménagements ou couverts végétaux suivants ? Si aucune berge n'est dans le site, passez directement à la question suivante.

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Matériaux naturels (par ex. ripisylves, prairies, opération de génie civilie ancienne) avec un couvert végétal permanent et dense			km			km
Berges sans couvert végétal permanent dense (par ex. berges érodées avec le sol mis à nu, opération de génie végétal récente, cultures)			km			km
Enrochements, gabions et matelas-gabions			km			km
Matériaux artificiels (par ex. palplanches)			km			km
Somme			km			km

3

INFORMATIONS A RENSEIGNER AU BUREAU SUITE AUX PROSPECTIONS SUR LE TERRAIN

3.1

Les habitats dans le site

Question 59 - Quelle est la longueur totale des limites entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3 dans le site ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
2,700		km	7,200		km

3.2

Les travaux, le suivi et l'accompagnement

Question 60* – Quand débiteront les travaux ?

Site imp.		Site de comp.	
-----------	--	---------------	--

Question 61* – Quelles seront les modalités de suivi et leur durée ?

Site imp.		Site de comp.	
-----------	--	---------------	--

Question 62* – Quelles modalités de sécurisation foncière et financière assureront la pérennité des mesures de compensation écologique sur le site de compensation ?

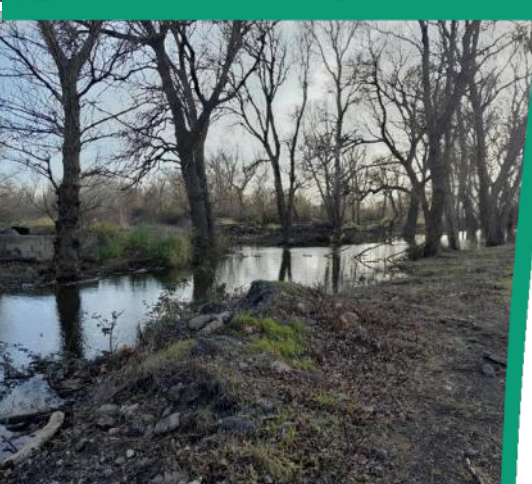
Question 63* – Quelles mesures d'accompagnement seront mises en œuvre ?

Nom de la mesure d'accompagnement	Commentaire sur les modalités de mise en œuvre

3.3

Commentaires généraux

Question 64* – Avez-vous un commentaire ou une information à ajouter à l'évaluation ? Si oui, faites-en part ici.



Projet Mistral : Développement de la production d'acier décarboné sur le site Marcegaglia de Fos-sur-Mer

Fos-sur-Mer (13)

Évaluation Appropriée des Incidences

SITES NATURA 2000 :

ZONE SPECIALE DE CONSERVATION ZSC FR9301590 « LE RHONE AVAL »

ZONE SPECIALE DE CONSERVATION FR9301596 « MARAIS DE LA VALLEE DES
BAUX ET MARAIS D'ARLES »

ZONE SPECIALE DE CONSERVATION FR9301595 « CRAU CENTRALE – CRAU
SECHE »

ZONE DE PROTECTION SPECIALE FR9312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET
GRAND RHONE »

ZONE DE PROTECTION SPECIALE FR9310064 « CRAU »

Réalisé pour le compte de



MARCEGAGLIA
FOS-SUR-MER

Cheffe de projet

Livia VALLEJO

06 60 40 61 73

l.vallejo@ecomед.fr

Directeur d'étude

Julien VIGLIONE

ECO-MED Ecologie & Médiation S.A.R.L. au capital de 150 000 euros

TVA intracommunautaire FR 94 450 328 315 | SIRET 450 328 315 000 38 | NAF 7112 B

✉ Tour Méditerranée 13^{ème} étage, 65 avenue Jules Cantini, 13006 MARSEILLE

☎ +33 (0)4 91 80 14 64 📠 +33 (0)4 91 80 17 67 contact@ecomед.fr www.ecomed.fr

Référence bibliographique à utiliser

ECO-MED 2026 – Évaluation Appropriée des Incidences du projet MISTRAL sur le réseau Natura 2000 local – MARCEGAGLIA - Fos-sur-Mer (13) – 262 p.

Suivi de la version du document

Version	Date	Commentaire
1	15/05/2026	Version initiale
2	08/07/2026	Intégration des remarques de la DDTM13

Porteur du projet

Nom de l'entreprise : Marcegaglia Fos-sur-Mer
 Adresse de l'entreprise : Usine Marcegaglia - Quai Minéralier – Fos-sur-Mer
 Contact Projet : Michel Nègre
 Coordonnées : Michel.Negre@marcegaglia.com

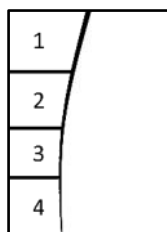
Equipe technique ECO-MED

Julien VIGLIONE – Directeur d'études
 Guillaume COUENON – Botaniste
 Chloé CORRE et Basile NOLLEAU – Expert.e.s zones humides
 Virginie GAILLY – Ornithologue
 Léo SERANNE et Achille BERTOIS – Mammalogues
 Nicolas DENMAT – Géomaticien
 Carla LÉON et Lou CHARPENTIER – Chiroptérologues
 Vincent HALLOT et Élisabeth LEPLAT – Batrachologues/Herpétologues
 Livia VALLEJO – Entomologue

Prestataires

Marie-Odile DURAND – Chiroptérologue

Le présent rapport a été conçu par l'équipe ECO-MED sous la coordination de Livia VALLEJO, cheffe de projet et Julien VIGLIONE, directeur d'études.



Illustrations page de garde :

- 1 – Zone de stockage de ferraille, L.VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)
- 2 – Mosaïque de Tamaris et de pelouses, L. VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)
- 3 – Canal bordé de Peupliers, L.VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)
- 4 – Infrastructures liées à l'activité industrielle, L. VALLEJO, 18/02/2026, *in situ* (13)



Table des matières

Préambule	10
Partie 1 : État Initial.....	12
1. Présentation du secteur d'étude.....	13
1.1. Localisation et environnement naturel.....	13
1.2. Description succincte du projet	15
1.3. Différentes aires d'étude	15
1.4. Schéma Directeur du Patrimoine Naturel du GPM (source : GPM)	17
2. Méthode d'inventaire et d'analyse	21
2.1. Recueil préliminaire d'informations	21
2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut	22
2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections	42
2.4. Méthodes d'inventaires de terrain	44
2.1. Difficultés rencontrées.....	60
2.2. Espèces fortement potentielles	60
2.3. Critères d'évaluation.....	60
3. Présentation du site natura 2000 ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval ».....	65
3.1. Description du site	65
3.2. Objectifs généraux de conservation	65
3.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000.....	65
3.4. Autres espèces importantes de faune et de flore	68
4. Présentation du site natura 2000 ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »	70
4.1. Description du site	70
4.2. Objectifs généraux de conservation	71
4.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000.....	71
4.4. Autres espèces importantes de faune et de flore	74
4.5. Objectifs généraux de conservation	75
5. Présentation globale de la ZSC FR9301595 « Crau-centrale – Crau Sèche »	76
5.1. Description du site	76
5.2. Objectifs généraux de conservation	76
5.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000.....	77
5.4. Autres espèces importantes de faune et de flore	79
5.5. Objectifs généraux de conservation	81



6.	Présentation du site natura 2000 ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone »	82
6.1.	Objectifs généraux de conservation	82
6.2.	Description du site	82
6.3.	Autres espèces importantes d'oiseaux - ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône »	90
7.	Présentation du site natura 2000 ZPS FR9310064 « Crau »	91
7.1.	Description du site	91
7.2.	Objectifs généraux de conservation	91
7.3.	Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9310064 « Crau »	92
7.4.	Autres espèces importantes d'oiseaux - ZPS FR9310064 « Crau »	96
8.	Résultat des inventaires	98
8.1.	Description de la zone d'étude	98
8.2.	Habitats naturels.....	99
8.3.	Flore	103
8.4.	Invertébrés.....	104
8.5.	Poissons	106
8.6.	Amphibiens	106
8.7.	Reptiles	107
8.8.	Oiseaux	108
8.9.	Mammifères terrestres.....	128
8.10.	Chiroptères	128
9.	Habitats et espèces Natura 2000, présents et fortement potentiels qui feront l'objet de l'évaluation des incidences.....	139
9.1.	Tableau récapitulatif.....	139
9.2.	État de conservation des habitats naturels et des populations d'espèces évalués	143
	Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000.....	145
1.	Méthodes d'évaluation des atteintes	146
1.1.	Méthodes d'évaluation des atteintes sur les habitats et espèces Natura 2000	146
1.2.	Méthodes d'évaluation des effets cumulés.....	146
2.	Effets pressentis et cumulés du projet.....	147
2.1.	Effets pressentis du projet sur la conservation et l'intégrité des sites appartenant au réseau Natura 2000	147
2.2.	Effets cumulés.....	147
3.	Évaluation des incidences sur la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »	157
3.1.	Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)	157



3.2.	Analyse des atteintes sur la flore Natura 2000 (CDH2)	157
3.3.	Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)	157
3.4.	Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2).....	157
3.5.	Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)	157
3.6.	Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)	157
3.7.	Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)	157
4.	Évaluation des incidences sur la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	161
4.1.	Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)	161
4.2.	Analyse des atteintes sur la flore Natura 2000 (CDH2)	161
4.3.	Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)	161
4.4.	Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2).....	161
4.5.	Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)	161
4.6.	Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)	161
4.7.	Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)	161
5.	Évaluation des incidences sur la ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	165
5.1.	Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)	165
5.2.	Analyse des atteintes sur la flore Natura 2000 (CDH2)	165
5.3.	Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)	165
5.4.	Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2).....	165
5.5.	Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)	165
5.6.	Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)	165
5.7.	Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)	165
6.	Évaluation des incidences sur la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone »	169
6.1.	Analyse des atteintes sur les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)	169
7.	Évaluation des incidences sur la ZPS FR9310064 « Crau »	175
7.1.	Analyse des atteintes sur les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)	175
8.	Bilan des atteintes du projet sur les sites Natura 2000 considérés	178
Partie 3 : Mesures d'atténuation		181
1.	Mesures proposées pour atténuer les atteintes du projet	182
1.1.	Synthèse des mesures d'évitement et de réduction	182
1.2.	Séquence itérative amont : aboutissement à la variante d'implantation retenue.....	184
1.3.	Mesures de réduction.....	186
2.	Autres mesures d'intégration écologique du projet	209



3.	Suivis écologiques	212
3.1.	Suivi scientifique des mesures	212
Partie 4 : Conclusion relative aux incidences du projet sur le réseau Natura 2000		214
1.	Bilan des incidences du projet sur chaque site Natura 2000	215
1.1.	ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »	215
1.2.	ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	215
1.3.	ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	216
1.4.	ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone »	217
1.5.	ZPS FR9310064 « Crau »	219
2.	Raisons justifiant la réalisation du projet	221
3.	Analyse des méthodes utilisées pour évaluer les incidences du projet sur l'état de conservation de chaque site Natura 2000	222
Sigles		223
Bibliographie		226
Annexe 1	Critères d'évaluation	231
Annexe 2	Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED	233
Annexe 3	Relevé relatif à la flore	238
Annexe 4	Relevé relatif aux invertébrés	244
Annexe 5	Relevé relatif aux amphibiens	247
Annexe 6	Relevé relatif aux reptiles	249
Annexe 7	Relevé relatif aux oiseaux	251
Annexe 8	Relevé relatif aux mammifères terrestres	261
Annexe 9	Relevé relatif aux chiroptères	263
Annexe 10	Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité	265



Table des cartes

Carte 1 :	Localisation de la zone d'étude et du secteur global d'étude (contexte)	15
Carte 2 :	Délimitation de la zone d'étude (sans les emprises des projets)	16
Carte 3 :	Planification spatiale de la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Fos et localisation du projet Mistral (source : GPMM).	19
Carte 4 :	Fonctionnalités écologiques au sein de la ZIP de Fos et localisation du projet Mistral (source : GPMM)	20
Carte 5 :	Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives	24
Carte 6 :	Autres zonages	26
Carte 7 :	Réseau Natura 2000 local	29
Carte 8 :	Zonages d'inventaires écologiques	32
Carte 9 :	Plans Nationaux d'Actions en faveur des oiseaux (rapaces)	36
Carte 10 :	Plan National d'Actions en faveur du Lézard ocellé	38
Carte 11 :	Schéma Régional de Cohérence Ecologique	40
Carte 12 :	Localisation des prospections pour les habitats naturels et la flore	45
Carte 13 :	Localisation des prospections invertébrés	47
Carte 14 :	Localisation des prospections amphibiens	49
Carte 15 :	Localisation des prospections amphibiens et reptiles	51
Carte 16 :	Localisation des prospections oiseaux	54
Carte 17 :	Localisation des prospections mammifères terrestres	56
Carte 18 :	Localisation des prospections de chiroptères	59
Carte 19 :	Oiseaux Natura 2000 recensés	127
Carte 20 :	Chiroptères Natura 2000	138
Carte 21 :	Localisation des 51 projets identifiés à la fin du débat public (coordonné par la CNDP) comme contributeurs potentiels à la vocation industrielle de la zone Fos-Berre.	148
Carte 22 :	Parcelles cadastrales du périmètre ICPE et projection du plan de masse (source ANTEA GROUP)	185
Carte 23 :	Emprises des différents types d'aménagements et localisation des OLD	186
Carte 24 :	Localisation des arbres dans les OLD	191
Carte 25 :	Carte de localisation des arbres gîtes	197
Carte 26 :	Localisation de la mesure R8 au sein des emprises – lutte contre les EVEC	207



Table des tableaux

Tableau 1. Structures consultées.....	21
Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires	23
Tableau 3. Synthèse des périmètres de gestion concertée	25
Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000	27
Tableau 5. Synthèse des ZNIEFF	30
Tableau 6. Dates des prospections du printemps 2026 réalisés par ECO-MED.....	42
Tableau 7. Synthèse des prospections du printemps 2026	43
Tableau 8. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés	46
Tableau 9. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens	48
Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles.....	50
Tableau 11. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux	53
Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères terrestres	55
Tableau 13. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux chiroptères	57
Tableau 14. Correspondance de l'Enjeu Zone d'Étude avec l'Importance de la Zone d'étude et l'Enjeu Local de Conservation	62
Tableau 15. Matrice de calcul de l'enjeu des gîtes potentiels.....	64
Tableau 16. Espèces Natura 2000 (CDH2) – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles ».....	72
Tableau 17. Autres espèces importantes – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles ».....	74
Tableau 18. Habitats naturels d'intérêt communautaire (CDH1) – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche » 77	
Tableau 19. Espèces Natura 2000 (CDH2) – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	77
Tableau 20. Autres espèces importantes – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	79
Tableau 21. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »	83
Tableau 22. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9310064 « Crau ».....	92
Tableau 23. Habitats naturels Natura 2000 présents dans la zone d'étude.....	102
Tableau 24. Flore Natura 2000 avérée et potentielle dans la zone d'étude	103
Tableau 25. Invertébrés Natura 2000 avérés et potentiels dans la zone d'étude.....	105
Tableau 26. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude	123
Tableau 27. Oiseaux Natura 2000 avérés et potentiels dans la zone d'étude.....	125
Tableau 28. Chiroptères Natura 2000 avérés et potentiels dans la zone d'étude	137
Tableau 29. Critères définissant la nécessité d'une évaluation pour chaque habitat et espèce Natura 2000.....	139
Tableau 30. Espèces et habitats Natura 2000 soumis à l'évaluation.....	140
Tableau 31. Liste des projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés.....	149
Tableau 32. Synthèse des atteintes du projet sur les sites Natura 2000 considérés.....	178
Tableau 33. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	216
Tableau 34. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	216
Tableau 35. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »	217



Tableau 36. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZPS FR9310064 « Crau » ...219



Préambule

Dans le cadre du projet de modernisation et de développement de l'outil industriel de l'aciérie Marcegaglia (projet Mistral), situé sur la commune de Fos-sur-Mer dans le département des Bouches-du-Rhône (13), le pétitionnaire, la société Marcegaglia, a missionné le bureau d'études en environnement naturel ECO-MED (ECOlogues et MÉDiateurs) afin de réaliser les études réglementaires préalables et nécessaires au projet Mistral. La présente étude porte sur l'Évaluation Appropriée des Incidences sur le réseau Natura 2000 (EAI) pour les sites suivants :

- la ZSC FR9301596 « MARAIS DE LA VALLEE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES »
- la ZSC FR9301590 « LE RHONE AVAL »
- la ZSC FR9301595 « CRAU CENTRALE – CRAU SECHE »
- la ZPS FR9312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »
- la ZPS FR9310064 « CRAU ».

ECO-MED a mis en place une méthodologie adaptée aux contraintes calendaires du pétitionnaire. Ainsi, le socle de travail a été une analyse bibliographique des données naturalistes réalisées sur le môle central :

- pour Marcegaglia (projet Mistral) par le bureau d'études (BE) Evinerude, en 2025 ;
- pour Gravithy par le BE Naturalia, en 2024 ;
- pour Ascofields par le BE Naturalia en 2019-2021 ;
- pour Elyse Energy, pour Natran, pour le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), pour CARBON, études réalisées par le bureau d'études ECO-MED entre 2020 et 2024.

A l'analyse bibliographique, un travail complémentaire d'investigation sur le terrain pour chaque compartiment biologique concerné a permis de compléter la compréhension écologique de la zone d'étude.

Ainsi, la méthodologie employée a permis d'identifier le contexte environnemental lié aux périmètres à statut (réglementaire et d'inventaire), les principaux enjeux écologiques avérés et pressentis (basés sur l'analyse du patrimoine naturel avéré et potentiel) et les principales fonctionnalités écologiques.

Le travail de terrain d'ECO-MED a été effectué entre mars et avril 2026 pour chaque groupe biologique présentant un intérêt communautaire et/ou des enjeux de conservation, permettant l'inventaire des espèces vernoales précoces et l'analyse de la fonctionnalité écologique de la zone d'étude pour chaque espèce avérée ou potentielle.

Ce document constitue l'Évaluation Appropriée des Incidences (EAI) du projet sur les éléments Natura 2000 ayant justifié la désignation de la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR9301596 « marais de la vallée des Baux et marais d'Arles », de la Zone Spéciale de Conservation ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche », de la Zone de Protection Spéciale FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône » et de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) FR9310064 « Crau » afin de vérifier que le projet ne présente pas d'incidence significative sur l'intégrité de ces sites.

En effet, la directive Habitats de 1992 précise dans son article 6.3 « *Tout plan ou projet non directement lié ou nécessaire à la gestion du site mais susceptible d'affecter ce site de manière significative, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets, fait l'objet d'une évaluation appropriée de ses incidences sur le site eu égard aux objectifs de conservation de ce site.* »

Dans le Code de l'Environnement, l'article R.414-23 présente clairement le contenu de l'évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000. S'il résulte de l'analyse que le projet peut avoir des effets significatifs dommageables, pendant ou après sa réalisation ou pendant la durée de l'exploitation, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation des sites, le dossier comprend un exposé des **mesures** qui seront prises **pour supprimer ou réduire** ces effets dommageables.

Une équipe de douze experts.e.s a été mobilisée sous la coordination de Livia VALLEJO. Les compartiments suivants ont été étudiés :



- les habitats naturels et la flore par Guillaume COUENON, expert en botanique méditerranéenne ;
- les zones humides par Chloé CORRE et Basile NOLLEAU, experts en zones humides ;
- les invertébrés par Livia VALLEJO, expert en entomologie ;
- les reptiles et amphibiens par Vincent HALLOT et Elisa LEPLAT, experts en herpétologie ;
- les oiseaux par Virginie GAILLY, experte en ornithologie ;
- les mammifères terrestres par Léo SERANNE et Achille BERTOIS, experts en mammalogie
- les chiroptères par Carla LEON et Mélissa HADDAD, expertes en mammalogie ;

Les cartographies ont été réalisées par Nicolas DENMAT expert géomaticien.

L'étude a été encadrée par Livia VALLEJO, chargée d'études et par Julien VIGLIONE, directeur d'études.



PARTIE 1 : ÉTAT INITIAL



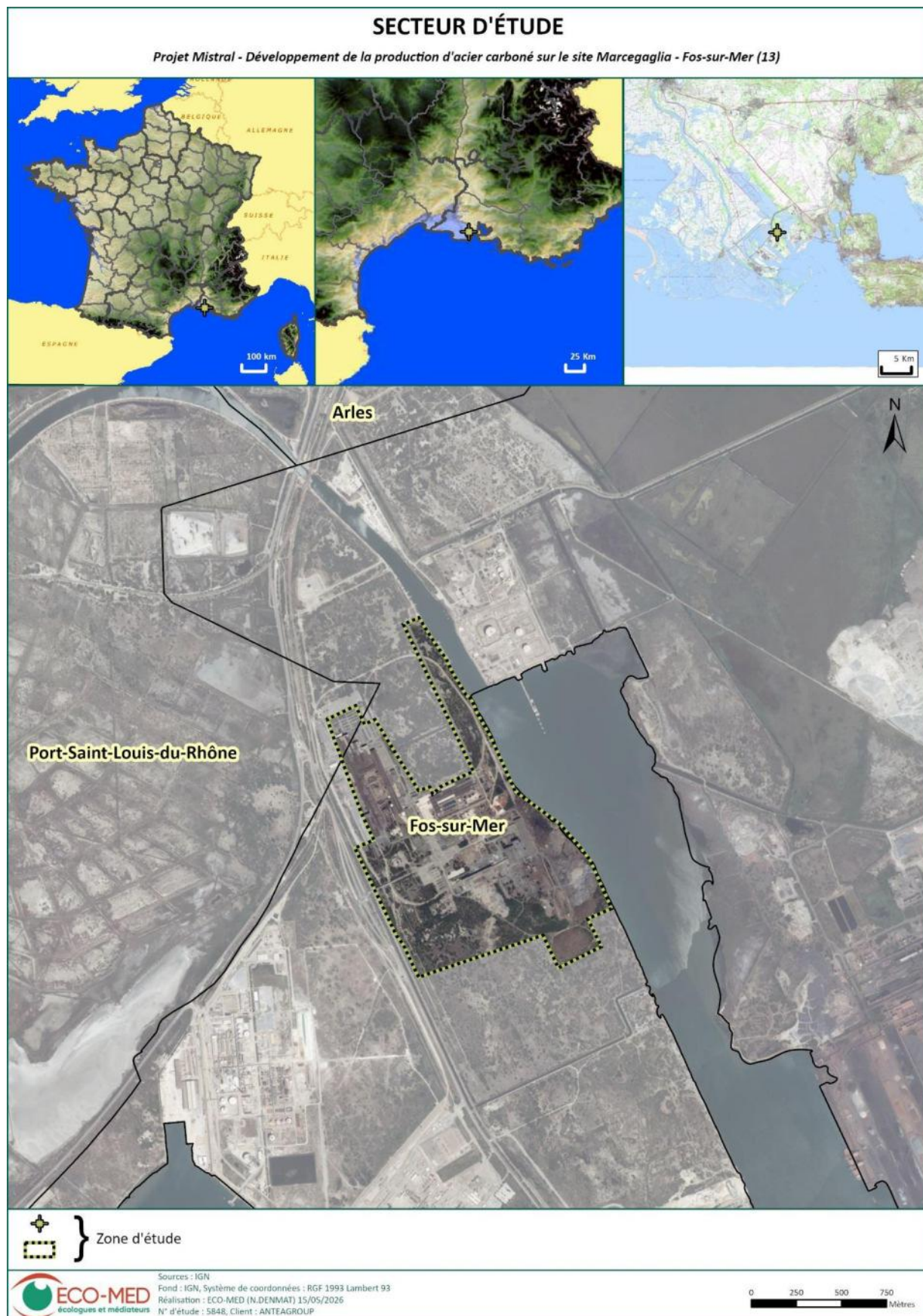
1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. Localisation et environnement naturel

Contexte administratif		
Région de Provence-Alpes-Côte d’Azur	Département des Bouches-du-Rhône	Communes de Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône
Métropole d’Aix-Marseille Provence		
Contexte environnemental		
Topographie : Plaine littorale	Altitude moyenne : 2 mètres	
Hydrographie : Rhône à 5,5 km	Bassin versant : mer Méditerranée (situation littorale)	
Contexte géologique : Sables d’anciens cordons littoraux, sables limoneux, vases des étangs		
Étage altitudinal : Méso-méditerranéen		
Petite région naturelle : Golfe de Fos		
Aménagements urbains à proximité		
Aménagements :	Entre les Darses n°1 et n°2 du Grand Port Maritime de Marseille Usine incluse dans la partie nord – périmètre ICPE inclus Route D268 – attenante au linéaire d’étude à l’ouest Réseau ferré attenant à l’ouest	
Zones urbaines les plus proches :	Zone industrialo-portuaire de Fos - Inclus Centre urbain de Fos-sur-Mer - 6 km à l’est Centre urbain de Port-Saint-Louis-du-Rhône – 6 km à l’ouest	

La zone d'étude retenue pour les bio-évaluations des experts naturalistes se trouve essentiellement sur la commune de Fos-sur-Mer, en bordure de la mer Méditerranée au niveau du Golfe de Fos. Elle couvre une surface de près de 66 ha de zones naturelles, de zones naturelles très dégradées et d'infrastructures industrielles (bâtiments industriels, voiries, voies ferrées internes, ligne haute-tension (HT) interne, zone de stockage de matériaux de production et de déchets inertes et non inertes).

La zone d'étude élargie s'étend sur 135 ha, incluant l'ensemble de l'usine et du périmètre ICPE. La zone d'étude rapprochée, elle, est explicitée ci-après (§1.3) et s'étale sur 77 ha, 67 ha pour la partie sud, 10 ha pour la partie nord (cf. cartes 1 et 2).





Carte 1 : Localisation de la zone d'étude et du secteur global d'étude (contexte)

1.2. Description succincte du projet

Le projet à l'étude est la modernisation de l'outil industriel actuel (aciérie) et son extension.

Le Maître d'ouvrage de l'usine est MARCEGAGLIA.

Le projet MISTRAL sera présenté de manière détaillée en début de partie 3 « Evaluation des impacts bruts ».

1.3. Différentes aires d'étude

Les experts ont élargi leurs prospections au-delà des limites strictes de l'emprise du projet MISTRAL, en cohérence avec les fonctionnalités écologiques identifiées. Plusieurs termes doivent ainsi être définis :

- **Zone d'emprise du projet** : la zone d'emprise du projet se définit par rapport aux limites strictes du projet (limites physiques d'emprise projetées incluant la phase de chantier et les accès) ;
- **Zone d'étude** : correspond à la zone minimale prospectée par les experts, il s'agit *a minima* du périmètre ICPE de Marcegaglia. A partir de là, il y a ainsi autant de zones d'étude que de groupes biologiques étudiés. En effet, chaque zone d'étude est définie au regard des fonctionnalités écologiques du groupe biologique étudié ;
- **Zone d'étude élargie** : correspond à la zone d'étude agrandie pour certains compartiments biologiques à large rayon de déplacement (chiroptères, oiseaux) et incluant ici, *a minima*, l'ensemble de l'usine en activité.

Avertissement :

En fait de clarification préliminaire, la zone d'étude prise en compte pour l'étude écologique de MARCEGAGLIA est donc *a minima* le périmètre ICPE total, en adéquation avec les recommandations des différents guides méthodologiques. Toutefois, la zone au nord-est de l'usine en bordure de darse (cf. cartes 1 et 2) faisant partie intégrante du projet à sa conception, a été prise en compte dans l'analyse au même titre que la zone du projet dans son plan de masse finalisé. Cette zone au nord-est, qui ne fait *in fine* pas l'objet d'un aménagement, a été conservée dans l'état initial afin de pouvoir replacer dans un contexte plus large les enjeux liés à certaines espèces. Il est toutefois précisé ici que cette zone qui a été présentée dans l'état initial n'a pas fait l'objet de l'analyse des impacts, cette analyse d'impact n'ayant été réalisée qu'au niveau des emprises strictes du projet (plan de masse final du projet MISTRAL).

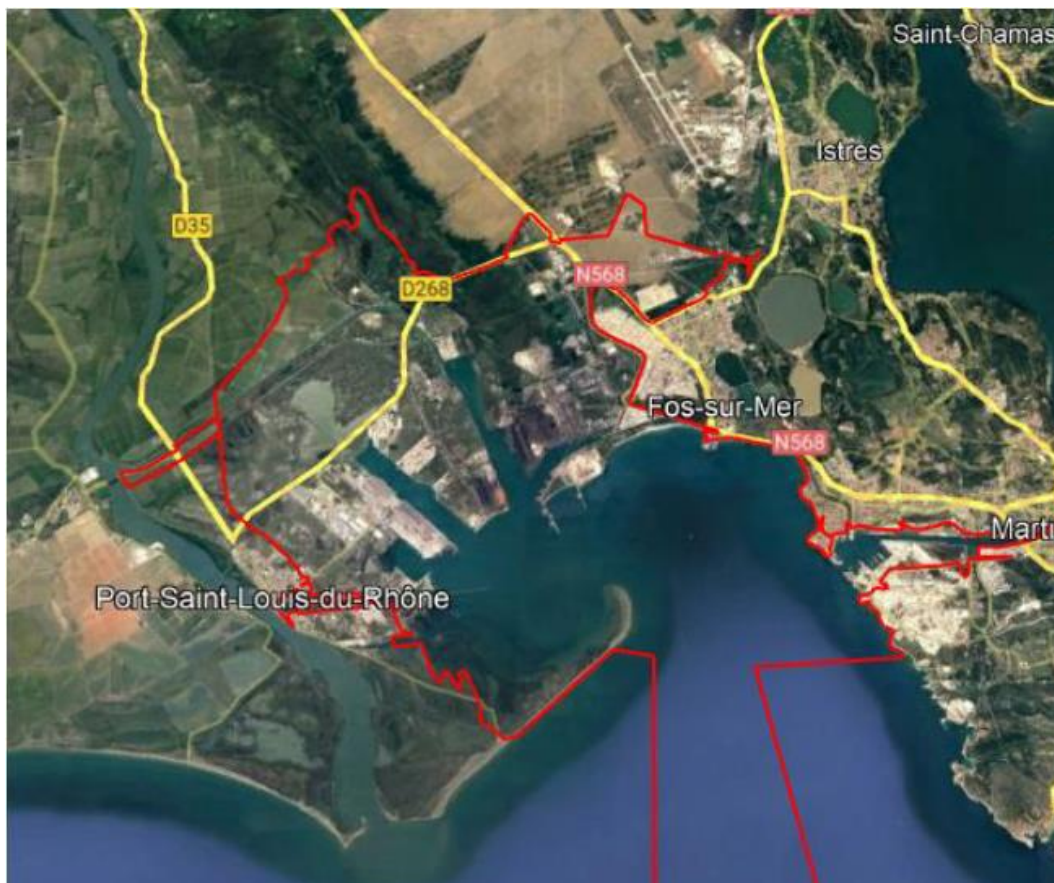


Carte 2 : Délimitation de la zone d'étude (sans les emprises des projets)

1.4. Schéma Directeur du Patrimoine Naturel du GPM (source : GPM)

Le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) du Grand Port Maritime de Marseille est un document de planification stratégique visant à définir les objectifs et les principes de gestion du patrimoine naturel au sein du port de Marseille. Il vise à concilier le développement économique du port avec la préservation et la valorisation de son environnement naturel.

Le périmètre d'étude du SDPN s'étend aux limites administratives de la circonscription des bassins ouest du GPM représentant : 10 000 ha de milieux continentaux et 10 000 ha de milieux marins.



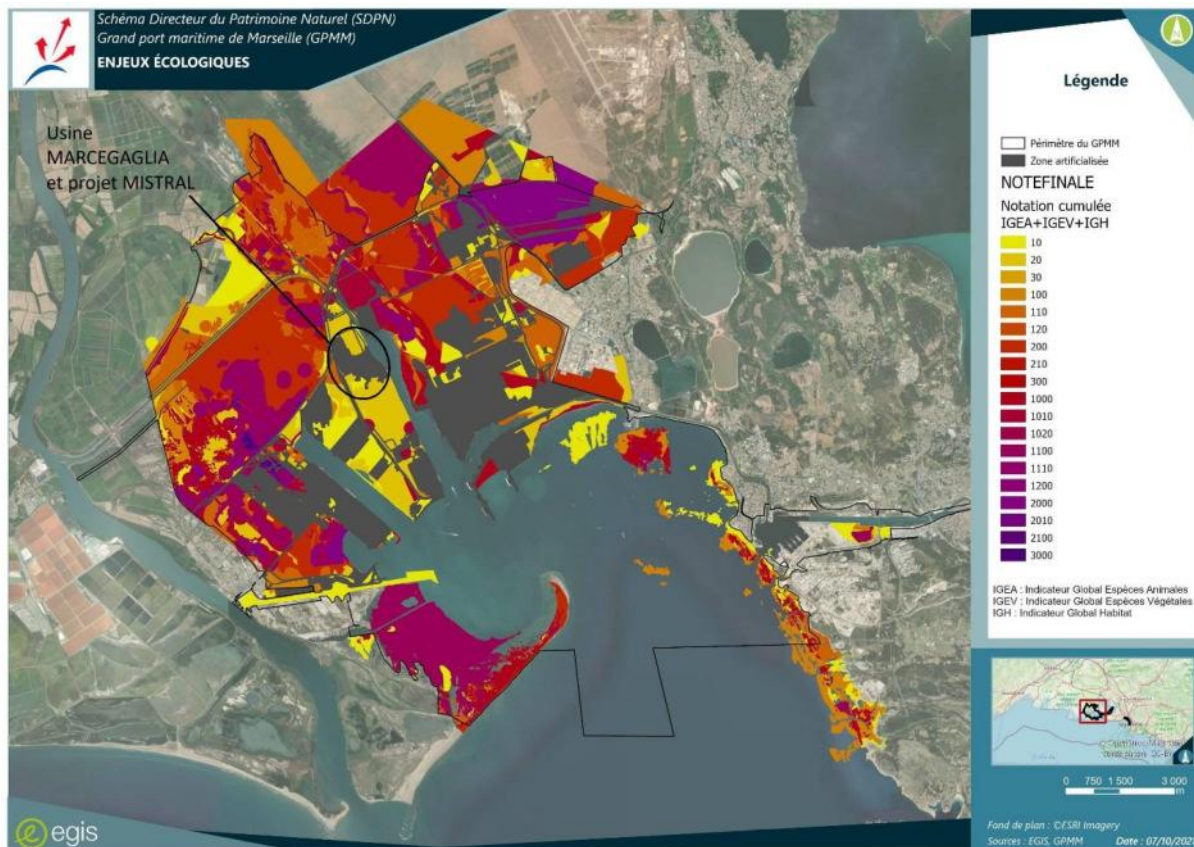
Circonscription des bassins ouest du GPM (source : GPM)

➤ **Préserver la biodiversité et contribuer au maintien de l'écologie dans le périmètre de la ZIP de Fos-sur-Mer du GPM :**

L'objectif principal est de limiter les impacts négatifs des activités portuaires et de l'aménagement de son territoire sur les habitats, la faune et la flore locales ainsi que sur les fonctionnalités écologiques par :

- L'évitement des enjeux écologiques le plus forts
- La préservation des continuums et des fonctionnalités des corridors écologiques de la ZIP
- Le maintien des trames vertes et bleues au sein de la zone aménageable pour connecter les zones évitées de projet aux grands ensembles naturels préservés

Pour ce faire, le SDPN a produit une cartographie des enjeux de biodiversité à l'échelle de la ZIP.



Hiérarchisation des enjeux biodiversité sur la ZIP et localisation du projet Mistral (source : GPM)

Le projet Mistral-MARCEGAGLIA s'inscrit au sein d'une zone identifiée dans le SDPN comme présentant globalement des enjeux écologiques faibles à très faible, la parcelle concernée par le projet présentant une cotation de 10 (jaune) et 20 (orange clair) sur une échelle allant de 10 à 3 000.

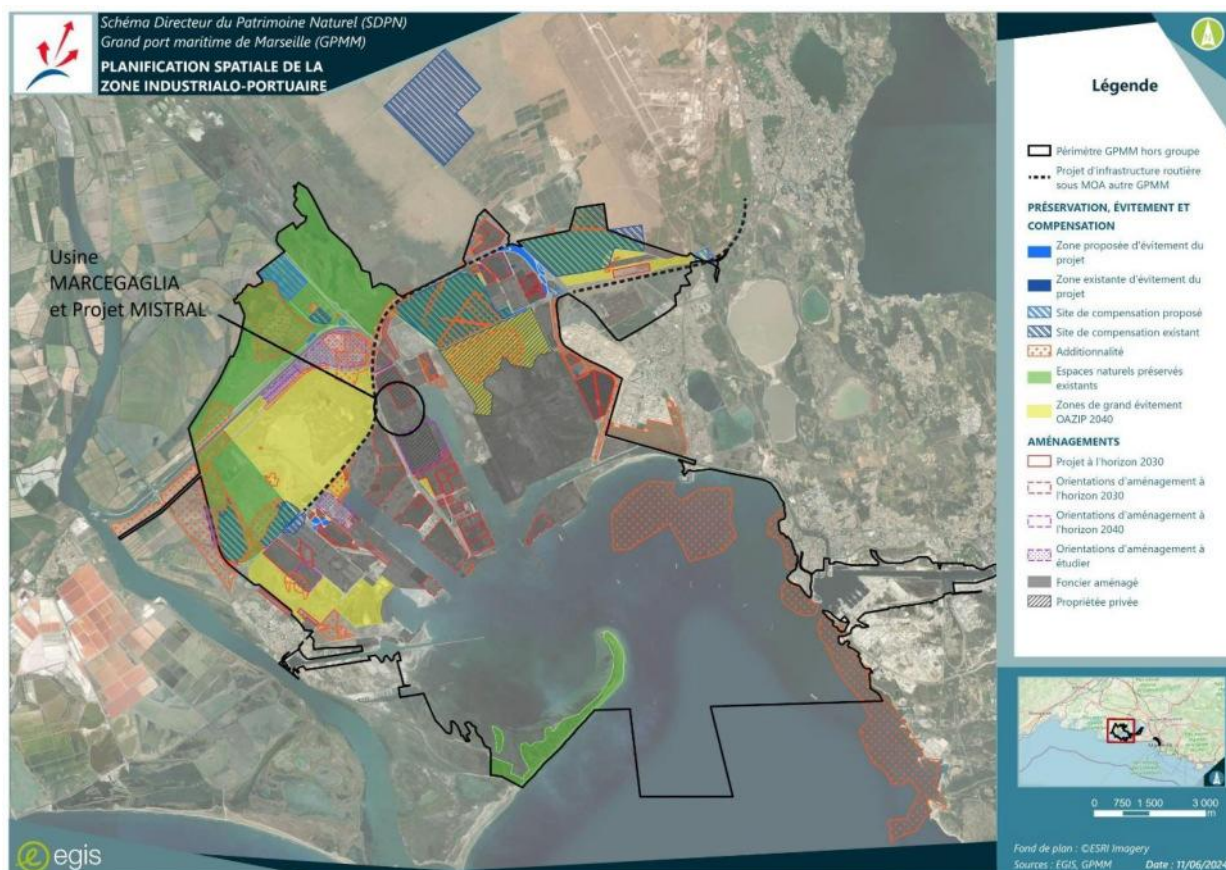
➤ Permettre le développement durable de la ZIP :

Le SDPN contribue au développement économique du territoire en assurant la compatibilité des activités portuaires et des OAZIP avec les enjeux environnementaux de la région. Pilier vert de la construction des OAZIP, le SDPN a permis l'intégration des considérations environnementales dès la phase de planification des projets portuaires, en cherchant des synergies entre les objectifs économiques et environnementaux.

Les principes mis en œuvre pour l'élaboration des OAZIP ont été les suivants :

- Réaménagement des zones déjà artificialisées (reconstruction du port sur le port) ;
- Aménagement des dents creuses (zones interstitielles localisées au sein de zones déjà artificialisées) ;
- Aménagement des secteurs de moindre enjeu à l'échelle de la ZIP (Môle central) ;
- Maintien des continuités écologique pour éviter de créer des pièges écologiques et isolats.

La démarche itérative et les concertations associées ont abouti au positionnement des à-plats à aménager de l'OAZIP selon la carte d'enjeux et la carte des fonctionnalités écologiques ci-après.



Carte 3 : Planification spatiale de la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Fos et localisation du projet Mistral
(source : GPM).

Le projet MISTRAL s'insère donc dans une zone (le môle central) définie dans le scénario d'aménagement de la ZIP et sur laquelle aucune grande fonctionnalité écologique n'est identifiée au sein du SDPN (cf. carte ci-après). Il est situé dans un secteur cloisonné et isolé par de grands aménagements (darse 1 et darse 2, route RD268, canal de navigation de Fos au Rhône).



Carte 4 : Fonctionnalités écologiques au sein de la ZIP de Fos et localisation du projet Mistral (source : GPMM)



2. METHODE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE

2.1. Recueil préliminaire d'informations

La liste des ressources bibliographiques figure en fin de rapport (§ « Bibliographie »), il est toutefois possible de rappeler brièvement les principales sources et consultations ayant constitué la base de ce travail :

Tableau 1. Structures consultées

Structures	Date de la demande / consultation	Objet de la consultation	Résultats de la demande
ECO-MED 	01/03/2026	Base de données interne	Données naturalistes à proximité de la zone d'étude
Naturalia -	01/03/2026	Etude environnementale pour le projet Gravithy et étude biodiversité pour Ascofields	Données naturalistes dans et à proximité de la zone d'étude
Evinerude -	01/03/2026	Etude biodiversité pour le projet Mistral	Données naturalistes dans la zone d'étude
DREAL PACA 	01/03/2026	Carte d'alerte chiroptère	Cartographie communale par espèce
MTES 	01/03/2026	MTES (ministère de la Transition écologique et solidaire) Système d'information du développement durable de l'environnement www.side.developpement-durable.gouv.fr/	DOCOB en ligne
SILENE 	01/03/2026	Base de Données Silène Faune et flore https://expert.silene.eu	Liste d'espèces faune par commune
LPO PACA 	01/03/2026	Base de données en ligne Faune-PACA : www.faune-paca.org	Données ornithologiques, batrachologiques, herpétologiques et entomologiques
INPN 	01/03/2026	Fiches officielles des périmètres d'inventaire ou à statut FSD transmises par la France à la commission européenne (site internet du Muséum national d'Histoire naturelle : http://inpn.mnhn.fr)	Listes d'habitats, d'espèces faune et flore des sites ZNIEFF, ZSC, ZPS et ZICO
InfoTerre 	01/03/2026	Base de données en ligne http://infoterre.brgm.fr	Contexte géologique
Géoportail 	01/03/2026	Base de données en ligne https://www.geoportail.gouv.fr/carte	Carte des sols



Structures		Date de la demande / consultation	Objet de la consultation	Résultats de la demande
Géorisques		01/03/2026	Base de données en ligne https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/	Inondations par remontée de nappes
BD Topage		01/03/2026	Base de données téléchargeable https://data.gouv.fr/	Réseaux hydrographiques
Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides		01/05/2026	Base de données en ligne http://sig.reseau-zones-humides.org/	Prélocalisation des zones humides (2023)

2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut

La zone d'étude est partiellement incluse dans :

- 1 périmètre d'inventaires.

La zone d'étude est située à proximité de :

- 1 site inscrit,
- 2 APPB,
- 6 périmètres Natura 2000,
- 1 site RAMSAR,
- 1 Réserve de Biosphère,
- 1 Parc naturel régional,
- 5 périmètres d'inventaires.

N.B. : les fiches de présentation des différents périmètres présentés ci-après sont disponibles sur le site temporaire de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : <https://www.patrinat.fr/fr/page-temporaire-de-telechargement-des-referentiels-de-donnees-lies-linpn-7353>

Dans les tableaux suivants, une colonne présente le « lien écologique » entre le périmètre à statut et la zone à l'étude. Ce lien écologique est évalué sur la simple analyse, à dire d'expert, des listes d'espèces et d'habitats présents dans les périmètres à statuts présentés, et de l'interaction que peuvent avoir ces habitats et espèces avec ceux présents dans la zone à l'étude. Sont pris en compte ici dans cette analyse les critères suivants (non exhaustifs) :

- la proximité géographique,
- la présence d'habitats similaires,
- la capacité de dispersion des espèces.

Ainsi, un lien écologique fort pourra être évalué pour des périmètres à statuts très proches de la zone du projet, et pour lesquels des habitats ou des espèces identiques pourraient être présents dans la zone à l'étude. *A contrario*, un lien écologique très faible ou nul peut être évalué pour des périmètres très éloignés ou concernant des habitats ou des espèces d'écologies très différentes.

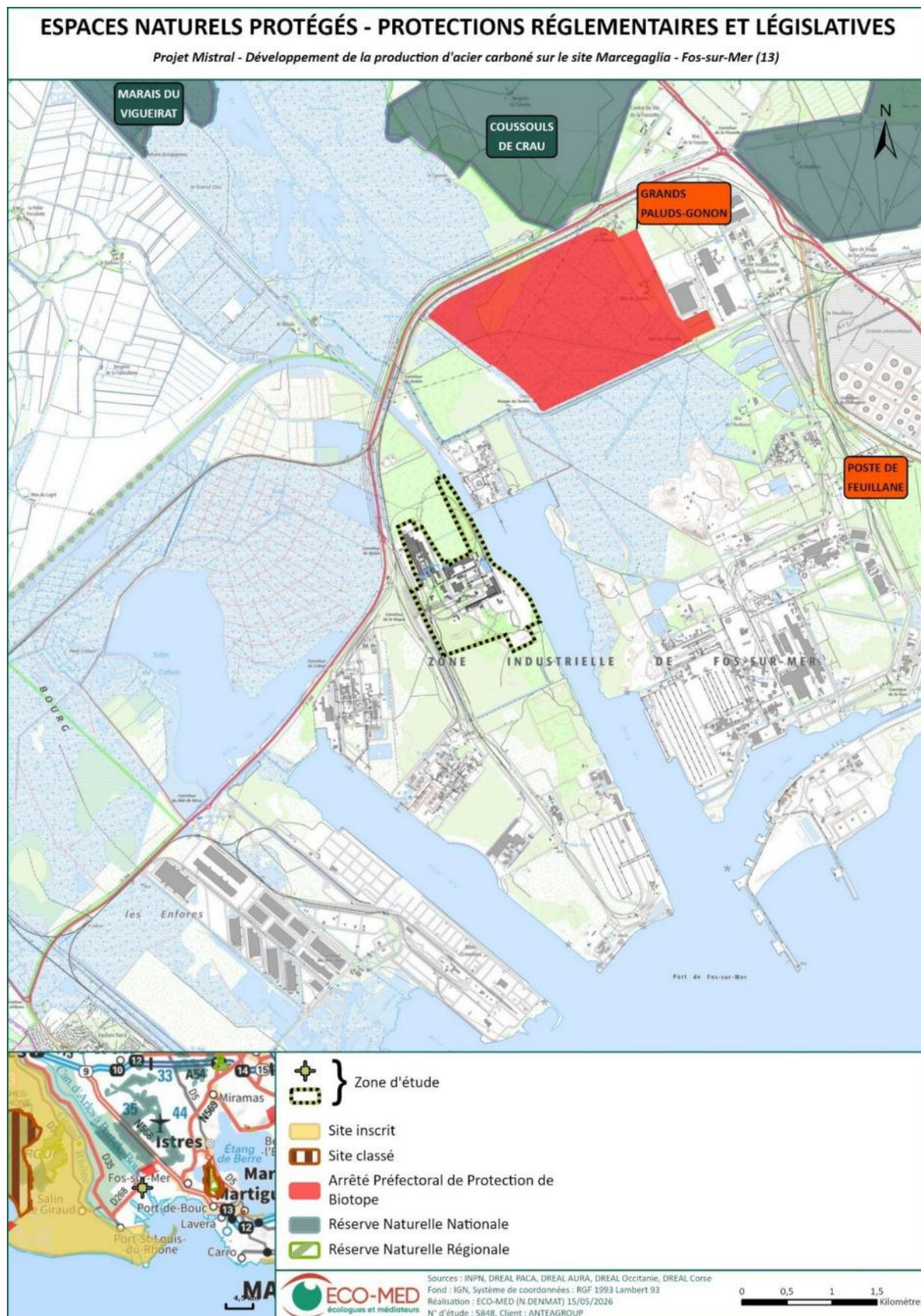


2.2.1. Périmètres réglementaires

Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires

Type	Nom du site	Espèce(s) concernée(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
Site Inscrit	Ensemble formé par la Camargue	-	6 km	Nul à moyen Milieux en partie similaire, mais distance conséquente pour les espèces peu ou pas mobiles
APPB	Grands Paluds –Gonon	21 espèces végétales 3 espèces d'invertébré 5 espèces d'amphibien 2 espèces de reptile	1,3 km au nord-est	Très faible Distance importante (espèces concernées peu mobiles) et milieux différents
	Poste de Feuillane	2 espèces végétales	4 km à l'est	Nul Espèces végétales uniquement
RNN	FR3600152 « Coussouls De Crau »	123 espèces végétales 6 espèces d'invertébré 2 espèces d'amphibien 3 espèces de reptile 219 espèces d'oiseau 8 espèces de mammifère	3 km au nord-est	Faible Milieux de typologies différentes séparés par une distance conséquente et de grande discontinuités écologiques
	FR3600175 « Marais du Vigueirat »	36 espèces végétales 135 espèces d'invertébré 1 espèce d'amphibien 4 espèces de reptile 135 espèces d'oiseau 5 espèces de mammifère	5 km au nord	Faible Milieux en partie similaires mais séparés par une distance conséquente et de grande discontinuités écologiques

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, RNN : Réserve Naturelle Nationale



Carte 5 :Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives

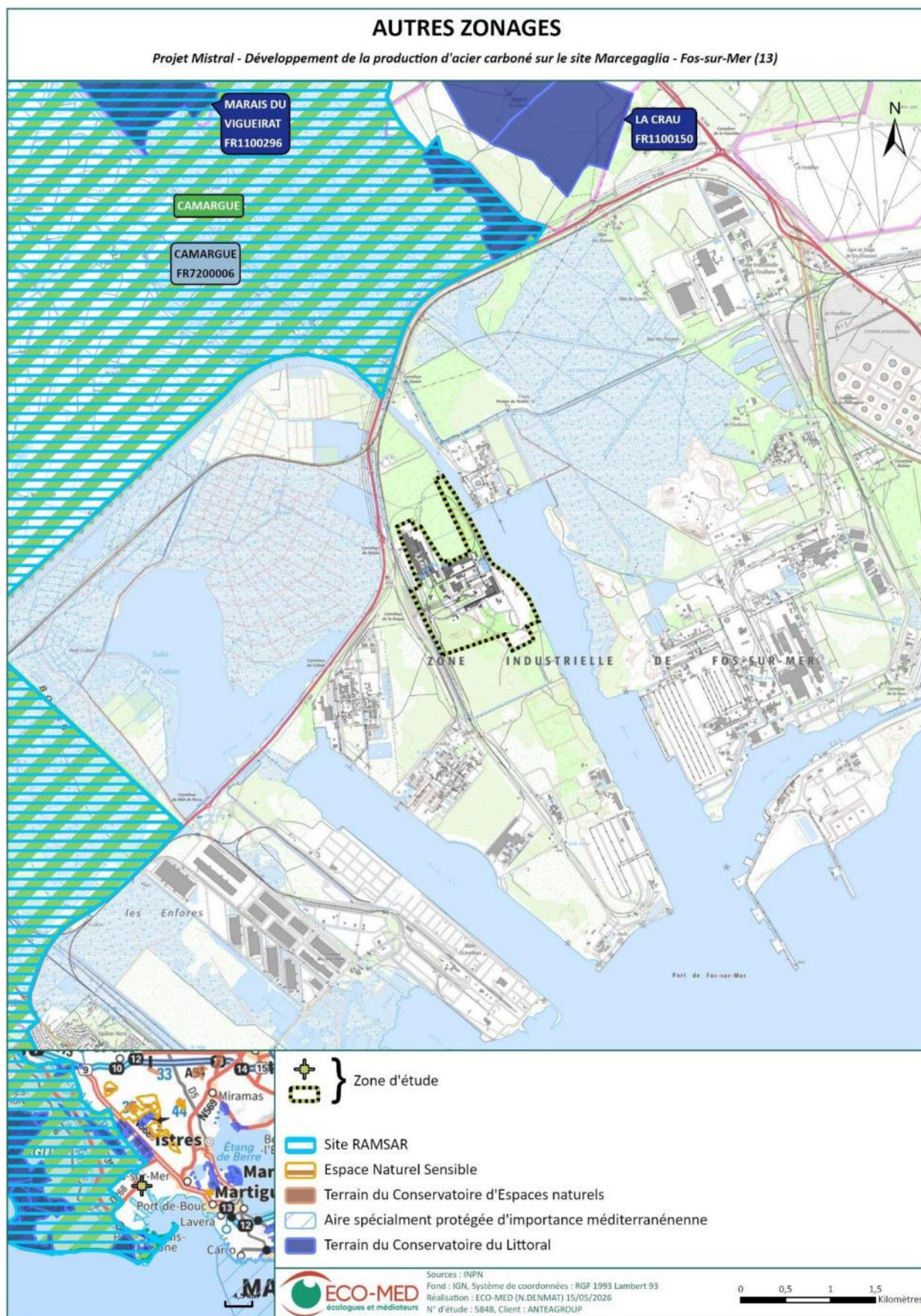


2.2.2. Autres périmètres de gestion concertée

Tableau 3. *Synthèse des périmètres de gestion concertée*

Nom du site	Type	Distance avec le projet	Lien écologique
« Camargue »	FR8000011 PNR	Attenants à la zone d'étude	Modéré Grande entité fonctionnelle située à proximité et avec laquelle les échanges sont effectifs
	FR6500003 Réserve de Biosphère		
	FR7200006 Site RAMSAR		
FR1100150 « La Crau »	TCL	2,0 km au nord-est	Faible Milieux de typologies différentes séparés par de grande discontinuités écologiques
FR1100296 « Marais du Vigueirat »		3,6 km au nord	

PNR : Parc Naturel Régional / TCL : Terrain du Conservatoire du Littoral


Carte 6 : Autres zonages



2.2.3. Périmètres Natura 2000

Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000

Type	Nom du site	Habitat(s) et espèce(s) Natura 2000	Distance avec le projet	Lien écologique
ZSC	FR9301596 « MARAIS DE LA VALLÉE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES »	Chiroptères, reptiles, poissons, invertébrés, <u>Habitats</u> : parcours substeppiques de graminées et annuelles des Thero-Brachypodietea, Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i> , prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>), Forêts-galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i> , Forêts à <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus rotundifolia</i> , etc.	2 km au nord	Modéré Lien fonctionnel possible : dispersion entre les deux sites possibles en raison de la présence de peu de barrières géographiques et d'habitats en partie similaires
	FR9301595 « CRAU CENTRALE - CRAU SÈCHE »	Chiroptères, reptiles, poissons, invertébrés, <u>Habitats</u> : mares temporaires méditerranéennes, parcours substeppiques de graminées et annuelles des Thero- Brachypodietea, Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i> , prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>), Forêts- galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i> , Forêts à <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus rotundifolia</i>	5 km à l'est	Faible Continuité écologique fonctionnelle possible pour les chiroptères uniquement : importantes barrières physiques et habitats naturels différents Possibilité de dispersion entre les deux sites uniquement pour les espèces à grandes capacités de dispersion (chiroptères).
	FR9301590 « LE RHONE AVAL »	24 habitats 9 espèces de mammifères 8 espèces de poissons 6 espèces d'invertébrés 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile	8,5 km à l'ouest	Nul à faible Lien fonctionnel possible pour les espèces à grande capacité de dispersion (chiroptères)
	FR9301592 « CAMARGUE »	26 habitats naturels 8 espèces de mammifères 1 espèce de reptiles 5 espèces de poissons 3 espèces d'invertébrés	9 km à l'ouest	Faible Lien fonctionnel pour les espèces à grande capacité de dispersion (chiroptères)
ZPS	FR9312001 « MARAI ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »	Milan noir, Milan royal, Mouette mélancéphale, Pie-grièche écorcheur, Circaète Jean-le-Blanc	< à 200 m à l'ouest	Fort Lien fonctionnel possible : peu de barrières physiques, habitats en partie similaires
	FR9310019 « CAMARGUE »	91 espèces CDO1 81 espèces EMR	9 km à l'ouest	Faible Lien fonctionnel possible : selon les espèces et leur capacité de déplacement
	FR9310064 « CRAU »	Circaète Jean-le-Blanc, Héron pourpré, Milan noir, Outarde canepetière, Oedicnème criard, etc.	4 km au nord- est	Modéré Lien écologique marqué : la Zone d'étude = zone de chasse et alimentation : continuité écologique

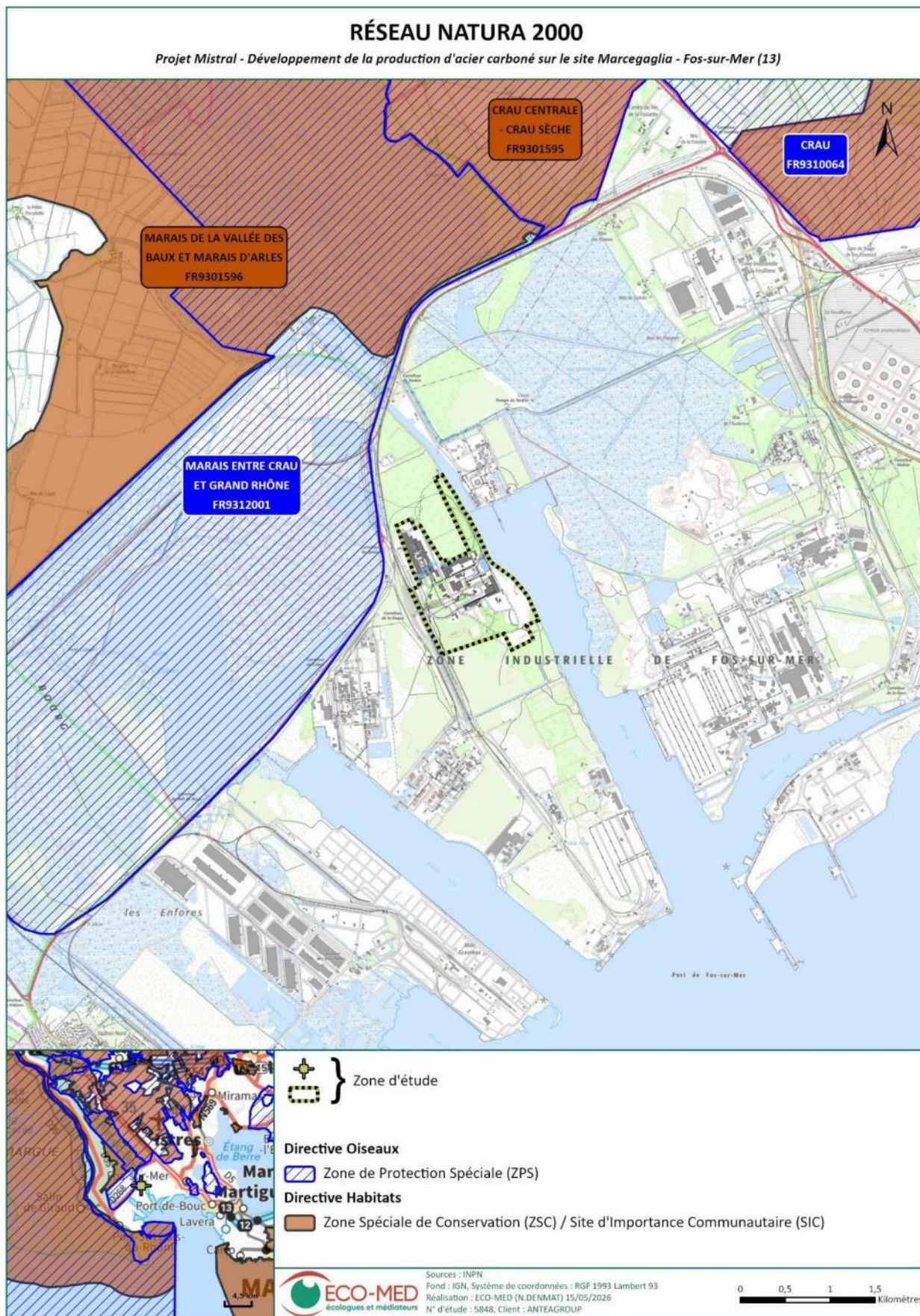


Partie 1 : Données et méthodes

Type	Nom du site	Habitat(s) et espèce(s) Natura 2000	Distance avec le projet	Lien écologique
				modérée, espèces similaires

ZSC : Zone Spéciale de Conservation / ZPS : Zone de Protection Spéciale

CDH1 : Habitat inscrit à l'annexe I de la directive Habitats / CDH2 : Espèce inscrite à l'annexe II de la directive Habitats / CDO1 : Espèce inscrite à l'annexe I de la directive Oiseaux / EMR : Espèce migratrice régulière


Carte 7 : Réseau Natura 2000 local



2.2.4. Périmètres d'inventaires

Les ZNIEFF sont des espaces répertoriés pour la richesse de leur patrimoine naturel. Il en existe deux types :

- Les **ZNIEFF de type I** : ensemble de quelques mètres carrés à quelques milliers d'hectares constitués d'espaces remarquables : présence d'espèces rares ou menacées, de milieux relictuels, de diversité d'écosystèmes.
- Les **ZNIEFF de type II** : ensemble pouvant atteindre quelques dizaines de milliers d'hectares correspondant à de grands ensembles naturels peu modifiés, riches de potentialités biologiques et présentant souvent un intérêt paysager.

Tableau 5. Synthèse des ZNIEFF

Type	Nom du site	Espèce(s) déterminante(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
ZNIEFF de type I	930020505 « Salins du caban »	8 habitats naturels 17 espèces végétales 1 espèce d'invertébré 2 espèces d'amphibien 4 espèces d'oiseau	Zone d'étude attenante à l'ouest	Fort Site en continuité avec la zone d'étude, qui peut être utilisée par certaines espèces déterminantes
	« Dépression du Vigueirat – Marais des Costières de Crau »	18 habitats naturels 61 espèces végétales 19 espèces d'invertébré 2 espèces de reptile 1 espèce d'amphibien 22 espèces d'oiseau 2 espèces de mammifère	A 1 km au nord	Modéré Milieux de typologies en partie similaires en continuité avec la zone d'étude fortement dégradée pour les espèces à faible capacité de déplacement
	930012418 « Marais de L'Audience – les Grands Paluds »	5 habitats naturels 45 espèces végétales 3 espèces d'insecte 1 espèce d'amphibien 2 espèces de reptile 6 espèces d'oiseau	1,2 km à l'est	Faible Milieux de typologies différentes séparés par des discontinuités écologiques
	« Crau sèche »	2 habitats naturels 50 espèces végétales 13 espèces d'invertébré 2 espèces de reptile 2 espèces d'amphibien 15 espèces d'oiseau	3 km au nord-est	
ZNIEFF de type II	930020226 « Golf de Fos-sur-Mer »	13 habitats naturels 33 espèces végétales 3 espèces d'insecte 1 espèce d'amphibien 2 espèces de reptile 12 espèces d'oiseau 1 espèce de mammifère	Zone d'étude partiellement incluse au sud et au nord-est	Fort Zone d'étude incluse au périmètre, avec lequel elle partage des fonctionnalités liées aux habitats et espèces déterminants
	930020216 « Grand Plan du Bourg »	2 espèces végétales 1 espèce de reptile 8 espèces d'oiseau	2,4 km au nord-ouest	Faible Milieux de typologies différentes séparés par des discontinuités écologiques
	« Crau »	4 habitats naturels 75 espèces végétales 16 espèces d'invertébré 2 espèces d'amphibiens	2,6 km au nord-est	



Partie 1 : Données et méthodes

Type	Nom du site	Espèce(s) déterminante(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
		18 espèces d'oiseaux 4 espèces de mammifère		



Carte 8 : Zonages d'inventaires écologiques

2.2.5. Périmètres relatifs aux Plans Nationaux d'Actions

La zone d'étude est située dans un secteur géographique d'application de plusieurs Plans Nationaux d'Actions (PNA) :

■ Aigle de Bonelli (source : PNA 2014-2023)



(S. CABOT)

Depuis les années 1960-1970, l'Aigle de Bonelli a connu un déclin régulier en France notamment en limite de son aire de répartition (Ardèche, Vaucluse, Alpes-de-Haute-Provence, Var et Alpes-Maritimes). L'effectif français, estimé à 80 couples au début des années 1960, est tombé à 22 couples en 2002. Depuis, les effectifs nicheurs ont connu une très légère progression, passant à 29 couples en 2005 (ROCAMORA & YEATMAN-BERTHELOT, 1999 ; THIOLLAY, 2006 ; RIEGEL et al., 2006) mais accusant un léger recul dans les années 2006 et 2007, avec 26 couples nicheurs (RIEGEL et al., 2008). En 2015, la population nationale d'Aigle de Bonelli s'élève à 32 couples. Depuis les simples initiatives locales de conservation des années 1970 jusqu'aux deux derniers Plans nationaux d'actions (1999-2004, 2005-2009), la connaissance sur l'espèce s'est beaucoup améliorée, les actions de conservation et de lutte contre les menaces se sont structurées. Malgré ces efforts, l'espèce est encore aujourd'hui classée « en danger » selon la liste rouge nationale de l'UICN et son état

de conservation très précaire en fait l'un des rapaces les plus menacés de France. Ainsi, un nouveau plan national d'actions pour la période 2014-2023 a été instauré afin de consolider la population actuelle et d'assurer sa pérennité.

L'enjeu de ce Plan est de consolider la population actuelle française d'Aigle de Bonelli et d'assurer sa pérennité. Les efforts du PNA seront orientés sur la réduction des menaces et la préservation des habitats avec un effort particulier dans les sites vacants, seuls espaces à même de permettre un développement futur de la population d'Aigle de Bonelli.

Pour cela, 7 objectifs ont été fixés :

1. réduire et prévenir les facteurs de mortalité d'origine anthropique ;
2. préserver, restaurer et améliorer l'habitat ;
3. organiser la surveillance et diminuer les sources de dérangements ;
4. améliorer les connaissances pour mieux gérer et mieux préserver l'Aigle de Bonelli ;
5. favoriser la prise en compte du Plan dans les politiques publiques ;
6. faire connaître l'espèce et le patrimoine local remarquable ;
7. coordonner les actions et favoriser la coopération internationale.

L'essentiel du Plan National d'Action est consultable ici :

http://www.aigledebonelli.fr/sites/default/files/documents/PNA_Aigle_BD.pdf

La zone d'étude est attenante à l'ouest de la zone d'errance de l'Aigle de Bonelli (Plaine de Crau) identifiée dans le cadre du Plan National d'Actions (PNA) 2014-2023 en faveur de l'espèce, qu'elle inclut très partiellement au nord-ouest. Elle est principalement utilisée en hiver par des individus juvéniles pour leurs recherches alimentaires.



■ Faucon crécerellette (source : PNA 2021-2030)



(J.-M. SALLES)

Le Faucon crécerellette est une espèce menacée de disparition classée dans la catégorie « Préoccupation mineure » de la Liste rouge au niveau mondial (BirdLife International, 2018) et dans la catégorie " Vulnérable " au niveau national (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) compte tenu des effectifs peu élevés et de la faible fragmentation de la population française. Après avoir failli disparaître de notre pays au début des années 1980, l'effectif reproducteur se reconstitue progressivement. La population atteint en 2019 l'effectif de 515 couples et nidifie dans 3 secteurs des régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les principales menaces sont la dégradation des habitats d'alimentation autour des colonies existantes (fermeture des habitats, modifications des pratiques agricoles, disparition de l'élevage...), la mortalité d'origine

anthropique (particulièrement sur les parcs éoliens), la faible disponibilité en cavités de nidification pour certaines populations telle que celle de Crau, ainsi que la dégradation des conditions d'hivernage (période de sécheresse en zone sahélienne, utilisation des pesticides...).

Le nouveau PNA FC 2021-2030 vise la croissance de la population française (effectif supérieur à 1000 couples reproducteurs répartis sur 30% de l'aire de référence), en agissant pour le maintien des habitats de nidification et d'alimentation autour des colonies existantes, en favorisant le développement de nouveaux noyaux de population, en améliorant la conservation de l'espèce dans ses quartiers d'hivernage et en développant des réponses adaptées face aux menaces d'origine anthropique.

Autrefois présente dans la plupart des départements du pourtour méditerranéen, l'espèce ne niche actuellement plus que dans 3 sites des régions Occitanie et Provence-Alpes-Côtes d'Azur : en 2019, la population française totalise 515 couples nicheurs répartis en plaine de Crau (220 couples), dans l'Hérault (243 couples) et l'Aude (52 couples).

Depuis 2003, des rassemblements post-nuptiaux de Faucons crécerellettes se forment dans divers départements du sud de la France, du début août à la fin septembre. Ils sont situés au nord des zones de nidification, principalement en région Occitanie dans les départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, du Tarn, de l'Aveyron et de la Lozère.

Pour atteindre l'objectif général du plan, 5 objectifs ont été fixé :

- Favoriser la prise en compte publique du plan d'actions.
- Suivre l'évolution des populations.
- Favoriser le développement des populations.
- Diminuer les risques de mortalités d'origine anthropique.
- Sensibiliser et informer le public.

L'essentiel du Plan National d'Action est consultable ici :

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNA%20Faucon%20Crecerellette_2021-2030.pdf

Cas de la population de la Crau :

La population nidifie dans 2 secteurs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur : les annexes et la plaine de Crau.

La Crau, plaine steppique, est naturellement pauvre en sites de nidification. Les sites traditionnels de nidification en Crau sont les bergeries (cavités situées entre les tuiles et les murs) et les tas de pierres utilisés partir de la fin des années 80 et qui ont permis l'installation de véritables colonies. Les menaces qui pèsent sur ces habitats sont respectivement la compétitivité interspécifique avec le Choucas de tours, du fait de sa taille similaire, de son abondance, de son grégarisme et de sa sédentarité et le taux de prédation dans les colonies au sol par certains reptiles (couleuvres) et mammifères (putois et renard).



On constate que les effectifs ont fortement augmenté et que l'espèce a élargi sa répartition en Crau grâce à la colonisation de sites de nidification aménagés. En effet, depuis 2000, les aménagements de sites de nidification ont permis le développement de plusieurs nouvelles colonies qui sont pour les principales, les plates-formes de Brunes d'Arles, la bergerie de Négreiron, la bergerie de Cabane Rouge, la bergerie de Petit Abondoux et la toiture du Retour des Aires.

Il faut également noter la colonisation spontanée en 2007 d'un nouveau site sur le plateau de l'Arbois à proximité d'Aix-en-Provence et celle en 2014 et 2015 d'un site dans le village d'Aubais dans le Gard ; ces deux colonisations spontanées ont échoué.

La zone d'étude est entièrement incluse dans la zone de dortoirs du Faucon crécerellette identifié dans le cadre du Plan National d'Actions (PNA) 2021-2030 en faveur de l'espèce. Elle correspond au secteur fréquenté par des individus de l'espèce pour leurs recherches alimentaires et les rassemblements en dortoirs en période postnuptiale avant le départ en migration. Elle est par ailleurs **attenante à l'est et à l'ouest au domaine vital de la plaine de Crau**, utilisé pour les recherches alimentaires de l'espèce en période de nidification.

■ Milan royal (source : PNA 2018-2027)



(A. REBOUL)

En France, deuxième population nicheuse mondiale en termes d'effectifs, l'espèce a connu un déclin brutal dans les années 90. Celui s'explique par la dégradation et la perte de son habitat (zones agricoles de polycultures et élevage), la diminution des ressources alimentaires et des mortalités d'origine anthropique (tir, empoisonnement, collisions). Un plan national de restauration est mis en place de 2003 à 2007 afin d'enrayer le déclin des effectifs nationaux. Les effectifs sont relativement stables depuis la fin de ce premier PNA (2 235 à 3022 couples nicheurs, Aebischer 2016, données non-publiées hors PNA), mais ils sont toujours très en-dessous des effectifs de 1994 (année de référence du PNA). Un second PNA est en cours pour la période 2018-2027, visant une hausse significative des effectifs de cette espèce endémique d'Europe de l'Ouest pour laquelle la France porte une responsabilité mondiale.

Le nouveau plan d'actions porte sur une durée de 10 ans pour mieux évaluer les paramètres démographiques de cette espèce longévité qui ne se reproduit qu'à partir de sa quatrième année.

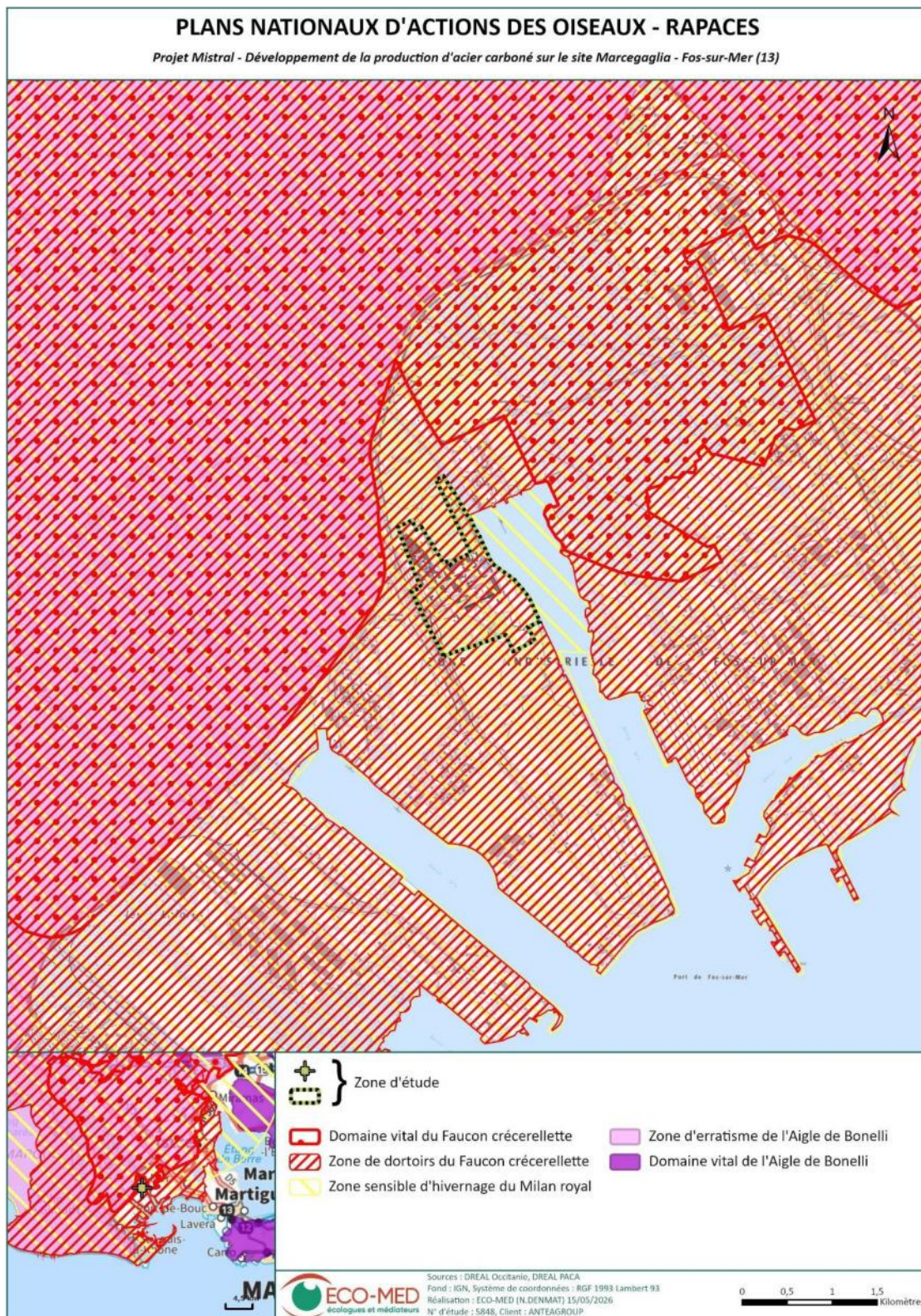
Ce plan d'action comprend les 6 objectifs spécifiques suivants :

1. Favoriser la prise en compte du plan d'actions dans les politiques publiques
2. Améliorer les connaissances
3. Maintenir, améliorer et restaurer l'habitat – Étendre l'aire de répartition
4. Réduire la mortalité
5. Favoriser l'acceptation locale
6. Coordonner le plan et diffuser les connaissances et les pratiques

Le Plan National d'Action 2018-2027 est consultable ici :

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/PNA-Milan-Royal-2018-2027.pdf>

La zone d'étude est entièrement incluse à la zone sensible d'hivernage du Milan royal identifié dans le cadre du Plan National d'Actions (PNA) 2018-2027 en faveur de l'espèce.



Carte 9 : Plans Nationaux d'Actions en faveur des oiseaux (rapaces)

■ Lézard ocellé (source : PNA 2020-2029)



(P. DEVOUCOUX)

Le Lézard ocellé *Timon lepidus* (Daudin, 1802), est le plus grand lézard de France. Il se rencontre dans la plupart des paysages secs, en dehors des forêts denses, des zones de marais ou de prairies humides et des zones de grandes cultures dépourvues d'abris. En Europe, le Lézard ocellé peut s'observer en Espagne, au Portugal, en France et en Italie. En France, les populations de Lézard ocellé se répartissent essentiellement selon trois grands ensembles :

- Une population méditerranéenne, distribuée sur le pourtour méditerranéen et jusque dans la vallée du Rhône,
- Une population atlantique continentale, centrée sur le département du Lot et qui concerne également les départements limitrophes,
- Une population atlantique située sur le littoral, distribuée depuis le sud des Landes jusqu'à la Vendée.

Les menaces pesant sur l'espèce sont principalement liées aux modifications de pratiques agricoles, à la diminution de la ressource en gîtes, à l'urbanisation, aux changements climatiques et à l'impact des animaux domestiques.

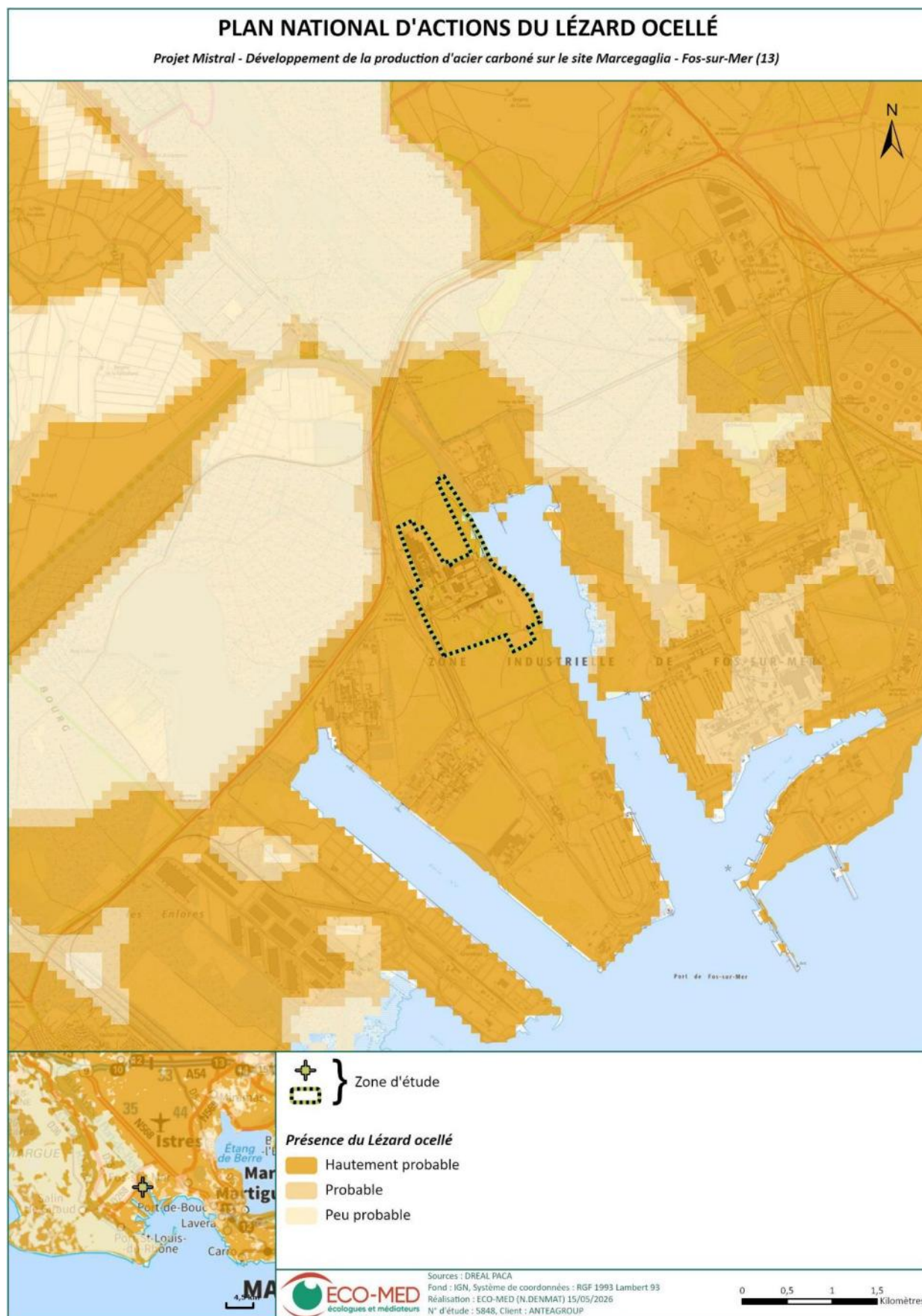
Le Plan national d'actions en faveur du Lézard ocellé 2020-2029 propose trois objectifs articulés en quatorze actions pour assurer la conservation à long terme des populations de Lézard ocellé :

1. Acquérir des connaissances visant à optimiser les mesures en faveur de la conservation de l'espèce
2. Mettre en œuvre des actions de conservation sur les milieux abritant le Lézard ocellé
3. Favoriser la diffusion des connaissances sur l'espèce

Le Plan National d'Actions 2020-2029 est consultable ici :

http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pna_lezard_ocelle.pdf

La zone d'étude est entièrement incluse dans un secteur où la présence du Lézard ocellé est jugée hautement probable dans le Plan National d'Actions (PNA) 2020-2029 en faveur de l'espèce.



Carte 10 : Plan National d'Actions en faveur du Lézard ocellé



2.2.6. Trame verte et bleue

La Trame verte et bleue (TVB) est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire.

La TVB contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau.

Les **continuités écologiques** constituant la TVB comprennent des **réservoirs de biodiversité** et des **corridors écologiques**.

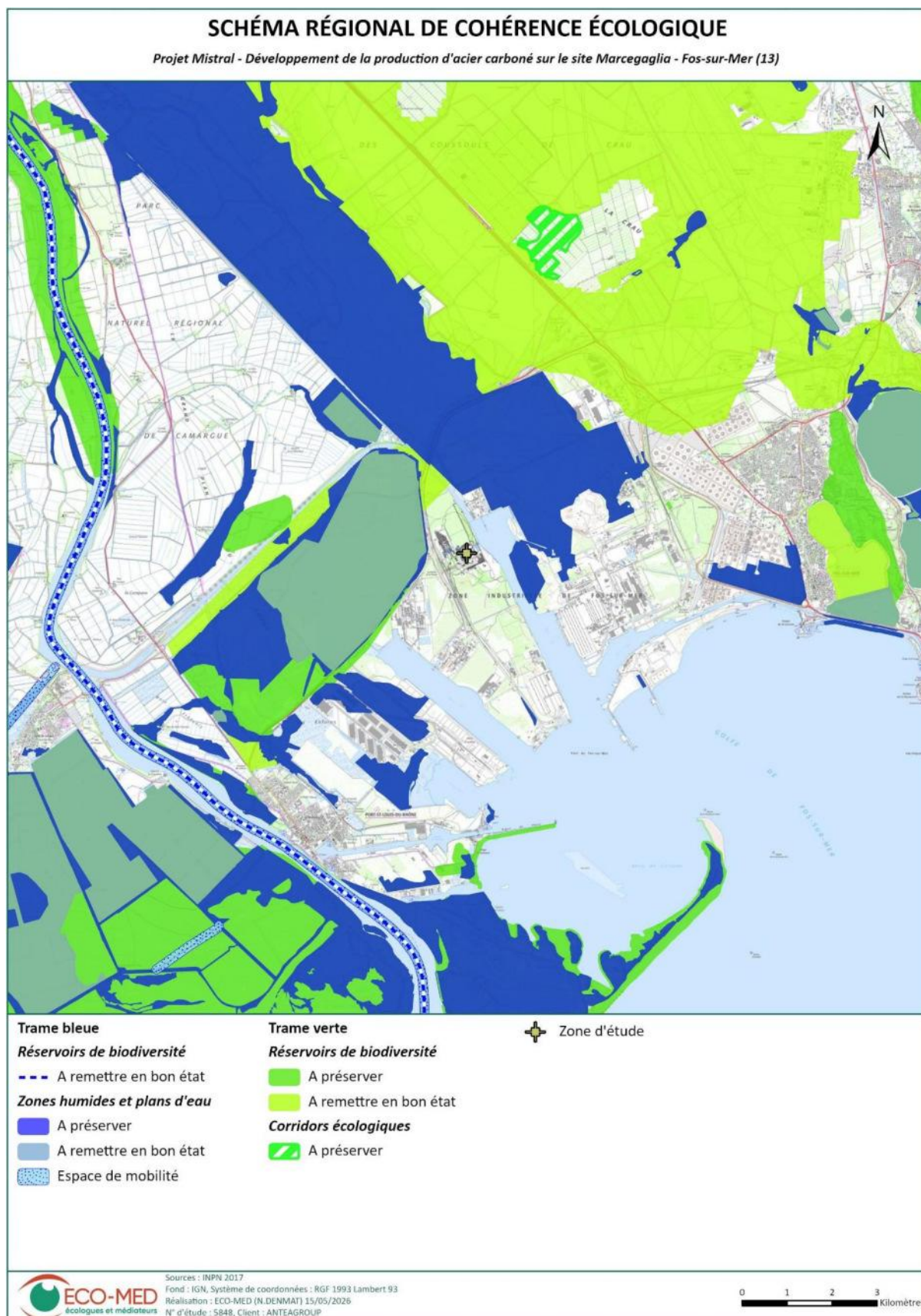
La déclinaison régionale de la TVB est le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), document régional qui identifie les réservoirs de biodiversité et les corridors qui les relient entre eux. Cet outil d'aménagement co-piloté par l'Etat et la Région est décliné en région PACA. La carte ci-après localise la zone d'étude au sein des éléments de la TVB régionale.

D'après la carte suivante, la zone d'étude se situe en dehors de tout réservoir identifié par la SRCE, que ce soit de la trame verte ou de la trame bleue.

La zone d'étude est située au sein de la petite région naturelle « Crau-Camargue-Région d'Avignon » du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).

Au niveau de la trame verte, la zone d'étude est située en bordure d'un vaste réseau de réservoirs de biodiversité lié aux milieux ouverts de la basse Provence calcaire. L'objectif les concernant est majoritairement la remise en état en raison de la dégradation actuelle de leur état de conservation. Elle n'est par ailleurs concernée par aucun corridor écologique.

Au niveau de la trame bleue, la zone d'étude s'insère entre les zones humides et les plans d'eau du SRCE, mais n'y est pas incluse.



Carte 11 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique



2.2.7. Synthèse sur les périmètres à statuts

A RETENIR

La zone d'étude est située au sein de la petite région naturelle « Crau - Camargue - Région d'Avignon » du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).

Au sein de ce contexte, la zone d'étude s'insère au sein d'un secteur riche de périmètres d'inventaires (7 ZNIEFF), de protection réglementaire (2 RNN, 2 APPB) et de protection contractuelle (2 ZPS, 2 ZSC) concernant les écosystèmes Crau et Camargue et leurs écotones. Les liens écologiques sont toutefois différents selon les périmètres concernés : forts avec les périmètres Natura 2000 adjacents, ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles » et ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône », et les ZNIEFF de type I « Salins du caban » et de type II « Golf de Fos-sur-Mer ».

La zone d'étude est également concernée par des Plans Nationaux d'Actions (PNA) en faveur des oiseaux car elle est très proche à l'est et au nord de la zone d'errance de l'Aigle de Bonelli (Plaine de Crau), elle est entièrement incluse dans la zone de dortoirs du Faucon crécerellette et proche de son domaine vital en Crau, enfin, elle est entièrement incluse dans la zone sensible d'hivernage du Milan royal. Pour finir, la zone est complètement incluse dans un secteur où la présence du Lézard ocellé est jugée hautement probable.

Au niveau de la trame verte, la zone d'étude est située en bordure d'un vaste réseau de réservoirs de biodiversité lié aux milieux ouverts de la basse Provence calcaire. L'objectif les concernant est majoritairement la remise en état en raison de la dégradation actuelle de leur état de conservation. Elle n'est, en revanche, concernée par aucun corridor écologique.

Au niveau de la trame bleue, la zone d'étude s'insère entre les entités humides surfaciques du SRCE, mais n'en fait pas partie.



2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections

La qualification et les compétences des écologues d'ECO-MED étant intervenus lors de cette mission d'inventaires complémentaires sont présentées en Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Seules sont indiquées ci-dessous les dates des passages réalisés au printemps par l'équipe d'ECO-MED dans le cadre de l'étude MISTRAL.

Tableau 6. Dates des prospections du printemps 2026 réalisés par ECO-MED

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Horaires	Nombre de passages	Terrain	Rédaction
Flore / Habitats naturels	Guillaume COUENON	16 mars 2026 (D)	10h30 - 17h00	2 passages diurnes	X	X
		17 mars 2026 (D)	09h00 - 14h00			
Flore / Habitats naturels	Guillaume COUENON	16 mars 2026 (D)	09h00 - 17h00	3 passages diurnes	X	X
		17 mars 2026 (D)	09h00 - 17h00			
		23 mars 2026 (D)	09h00 - 12h30			
Zones humides	Basile NOLLEAU	17 avril 2026 (D)	10h00 à 15h00	4 passages diurnes	X	X
		23 avril 2026 (D)	10h00 à 17h00			
	Chloé CORRE	17 avril 2026 (D)	10h00 à 15h00		X	X
		23 avril 2026 (D)	10h00 à 17h00			
Invertébrés	Livia VALLEJO	09 avril 2026 (D)	10h00 à 17h00	2 passages diurnes	X	X
		17 avril 2026 (D)	14h à 17h30			
Amphibiens	Vincent HALLOT	10 mars 2026 (D+N)	17h00 à 19h30 19h30 à 00h00	2 passages diurnes 4 passages nocturnes	X	-
		31 mars 2026 (D+N)	16h15 à 20h10 20h40 à 01h00			
		07 avril 2026 (N)	21h20 à 02h00			
		21 avril 2026 (N)	22h30 à 02h00			
	Élisa LEPLAT	-	-	-	-	X
Reptiles	Vincent HALLOT	05 mai 2026 (D)	10h15 à 18h30	2 passages diurnes	X	-
		15 mai 2026 (D)	09h20 à 13h25			
	Élisa LEPLAT	-	-	-	-	X
Oiseaux	Virginie GAILLY	20 mars 2026 (D)	06h00 - 13h00	2 passages diurnes 1 passage nocturne	X	X
		09 avril 2026 (D)	07h00-13h00			
		28 avril 2026 (N)	21h00 - 00h30			
Mammifères terrestres	Léo SÉRANNE	04 mars 2026 (D)	09h00 à 13h30	2 passage diurne	X	X
		20 mars 2026 (D)	9h00 à 12h00			
Chiroptères	Carla LÉON	09 mars 2026 (D)	09h00 à 17h00	2 passages diurnes	X	X
		10 mars 2026 (D)	09h00 à 17h00			
	Mélissa HADDAD	11 mai 2026 (D)	11h00 à 16h00	2 passages diurnes	X	-
		12 mai 2026 (D)	11h00 à 14h30			

D : diurne / N : nocturne



Tableau 7. *Synthèse des prospections du printemps 2026*

2026	Mars	Avril	Mai
Habitats naturels Flore	D		
Zones humides		D	
Invertébrés		D	
Amphibiens	D+N		
Reptiles			D
Oiseaux	D+N		
Mammifères terrestres	D		
Chiroptères	D		<i>Transit printanier</i>

D : prospection diurne / N : prospection nocturne



2.4. Méthodes d'inventaires de terrain

Avertissement préliminaire sur les périodes prospectées en 2026 :

ECO-MED a repris en début d'année le travail démarré en 2025 par Evinerude, sur la base du cadrage écologique de Naturalia entre 2019 et 2021. De plus, ECO-MED a pu bénéficier d'une très bonne connaissance de la faune et de la flore et du fonctionnement des écosystèmes locaux, avec de nombreuses études écologiques historiquement réalisées dans ce secteur depuis le début des années 2000.

Pour des raisons liées au calendrier industriel de ce dossier, ECO-MED n'a pu réaliser toutes les phases d'inventaires cette année pour les besoins de sa bio-évaluation, mais l'entreprise Marcegaglia s'est engagée à ce que les écologues poursuivent en temps masqué leurs inventaires au-delà du dépôt de cette fin de printemps, afin de parfaire et consolider leurs conclusions d'expertises à fin d'année, afin de respecter un cycle écologique plus complet.

Les espèces présentant un enjeu local de conservation ont systématiquement fait l'objet d'une estimation du nombre d'individus (comptage, surface occupée) et de pointages GPS (Global Positioning System).

Comme il vient d'être explicité, les inventaires réalisés par ECO-MED pour le projet Mistral ont été menés entre début mars et mi-mai 2026.

2.4.1. Prospections des habitats naturels et de la flore

L'expertise a ciblé en priorité les zones à enjeux floristiques potentiels (notamment à partir de bibliographie) afin de relever les éventuelles espèces protégées et/ou à enjeu local de conservation.

Les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) ont également été observées et relevées. L'outil du CBN Méditerranéen concernant la liste des EVEE en PACA a permis de définir ces espèces et leur catégorie.

La caractérisation des habitats naturels a été réalisée en même temps que les inventaires floristiques. Deux outils ont aidé à délimiter les habitats ainsi définis : la carte topographique et la photographie de la zone d'étude.

La zone a été prospectée de façon à parcourir une grande partie des d'habitats présents, en vue d'analyser les potentialités de présence d'espèces à enjeu par grand type d'habitat.

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 3** du rapport.



Carte 12 : Localisation des prospections pour les habitats naturels et la flore



2.4.2. Prospections de la faune

■ Invertébrés

En premier lieu, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (analyse sur photographie aérienne et analyse bibliographie existant de la zone d'étude) a été effectuée afin d'orienter les prospections (recherche de zones ouvertes, points d'eau, vieux arbres, etc.).

L'ensemble de la zone d'étude a été parcouru en suivant un cheminement semi-aléatoire. Une attention particulière est portée aux habitats potentiellement favorables aux invertébrés patrimoniaux connus dans le secteur géographique (sansouïres, pelouses sablonneuses, etc.).

Les techniques employées ont principalement consisté à rechercher à vue les espèces volantes et édaphiques. Si nécessaire, les espèces sont capturées à l'aide d'un filet à papillons ou d'une pince entomologique semi-rigide. En complément, une recherche des plantes-hôtes, des œufs et des chenilles de papillons protégés, potentiellement présents, a aussi été réalisée afin de vérifier l'autochtonie des espèces. Les pierres et les branches mortes ont été retournées pour observer les espèces associées. Les arbres de diamètres importants (ainsi que les cavités dans la mesure du possible) ont été minutieusement étudiés pour trouver des indices de présence des espèces saproxylophages (trous d'éclosion, déjections, macro-restes, etc.). La végétation herbacée et les branches basses ont été fauchées à l'aide d'un filet fauchoir pour compléter l'inventaire. Cette méthode est particulièrement adaptée au recensement des orthoptères, coléoptères et punaises.

Un passage pour l'entomofaune a été réalisé en avril ciblé sur les espèces vernales telles que l'Hespérie de la Ballote et la Diane et sur les plantes-hôtes (Marrube pour l'Hespérie de la Ballote, Aristoloche à feuilles rondes pour la Diane, l'Argousier pour le Sphinx de l'Argousier) dont l'observation est particulièrement favorable au printemps.

Les prospections ont été réalisées sous conditions météorologiques favorables à l'observation des invertébrés.

Tableau 8. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés

Date de prospection	Température en début de relevé	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
09 avril 2026 (D)	13°C	Faible	Nulle	Absentes	Conditions météorologiques favorables
17 avril 2026 (D)	30°C	Faible	Léger voile	Absentes	

D : diurne / N : nocturne



Carte 13 : Localisation des prospections invertébrés



■ Amphibiens

Dans un premier temps, une phase d'analyse fonctionnelle des habitats présent dans la zone d'étude (photographies aériennes) a été effectuée afin d'orienter les prospections vers les habitats les plus favorables à la batrachofaune (habitats aquatiques, zones refuges périphériques). Les prospections se sont ensuite principalement concentrées au niveau de ces habitats.

La recherche des amphibiens a été réalisée selon plusieurs modes opératoires complémentaires :

- **Recherche des individus adultes au niveau des point d'eau**, actifs à la reproduction (observations nocturnes à l'aide d'une lampe torche et points d'écoute pour identifier les chants) ;
- **Recherche des pontes et des larves** (identification des larves par capture, épuisette aléatoire au besoin) ;

La manipulation des individus capturés est réduite au strict minimum nécessaire à l'identification. Ces derniers sont ensuite relâchés directement au sein de leur habitat. Des précautions sanitaires sont également prises afin d'éviter une contamination éventuelle des individus et du milieu par certaines pathogènes.

- **Recherche des individus matures, immatures et imagos en phase terrestre** dans les habitats végétalisés et/ou rupestres ;
- **Recherche d'indices de présence sur les axes de circulation** principaux ou secondaires (individus écrasés lors de leurs déplacements nocturnes).

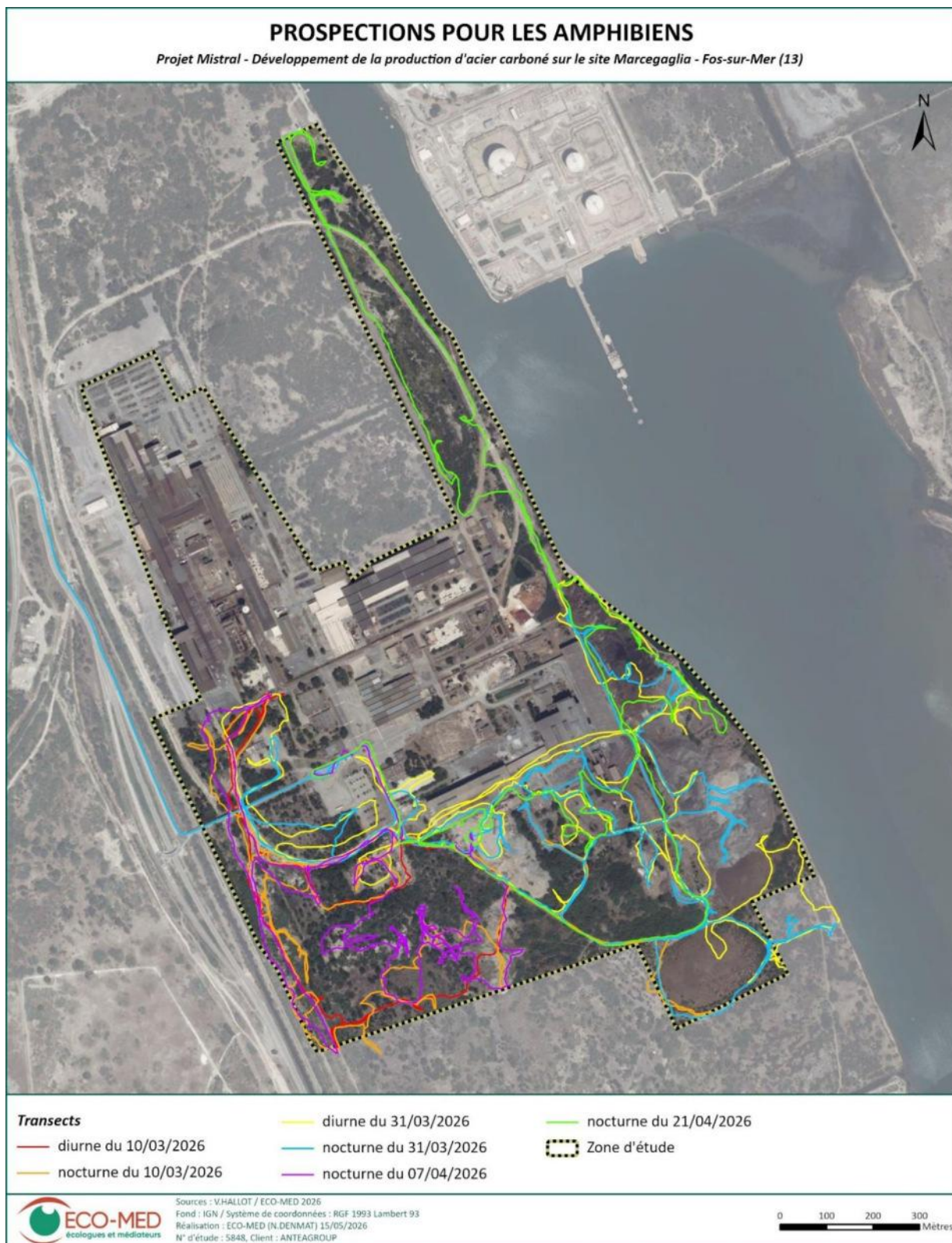
Les passages printaniers ont permis de couvrir la période de reproduction des espèces ciblées. Les conditions météorologiques étaient favorables, à l'exception du passage du 31 mars (vent fort, faible hygrométrie).

Tableau 9. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Taux d'hygrométrie atmosphérique	Bilan
10 mars 2026 (D)	14°C	Faible	Quelques nuages	Absentes	86%	Conditions météorologiques très favorables
10 mars 2026 (N)	13°C	Nul		Faible pluie en milieu de nuit	90%	
31 mars 2026 (D)	12°C	Fort	Nul	Absentes	41%	Conditions météorologiques défavorables
31 mars 2026 (N)	10°C				43%	
07 avril 2026 (N)	15°C	Nul	Nul	Absentes	76%	Conditions météorologiques favorables
21 avril 2026 (N)	16°C	Faible	Nuageux	Absentes	84%	Conditions météorologiques favorables

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 5** du rapport.



Carte 14 : Localisation des prospections amphibiens



■ Reptiles

Comme pour les amphibiens, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (photos aériennes) a été effectuée afin d'orienter les prospections vers les habitats les plus favorables à l'herpétofaune (habitats rupestres ou humides, les lisières, les haies, les talus, ...).

L'inventaire des reptiles a ensuite été réalisé selon trois modes opératoires complémentaires :

- **Recherche à vue**, où la prospection qualifiée de semi-aléatoire s'opère discrètement au niveau des zones les plus susceptibles d'abriter des reptiles en insolation (lisières, bordures de pistes, talus, pierriers, murets, etc.). Cette dernière est systématiquement accompagnée d'une recherche à vue dite « à distance » où l'utilisation des jumelles s'avère indispensable pour détecter certaines espèces farouches telles que les couleuvres par exemple ;
- **Recherche d'individus directement dans leurs gîtes** permanents ou temporaires, en soulevant délicatement les blocs rocheux, souches, débris, etc., et en regardant dans les anfractuosités ;
- **Recherche minutieuse d'indices de présence** tels que les traces (mues, fèces) au niveau des gîtes, ou les individus écrasés sur les axes routiers principaux ou secondaires.

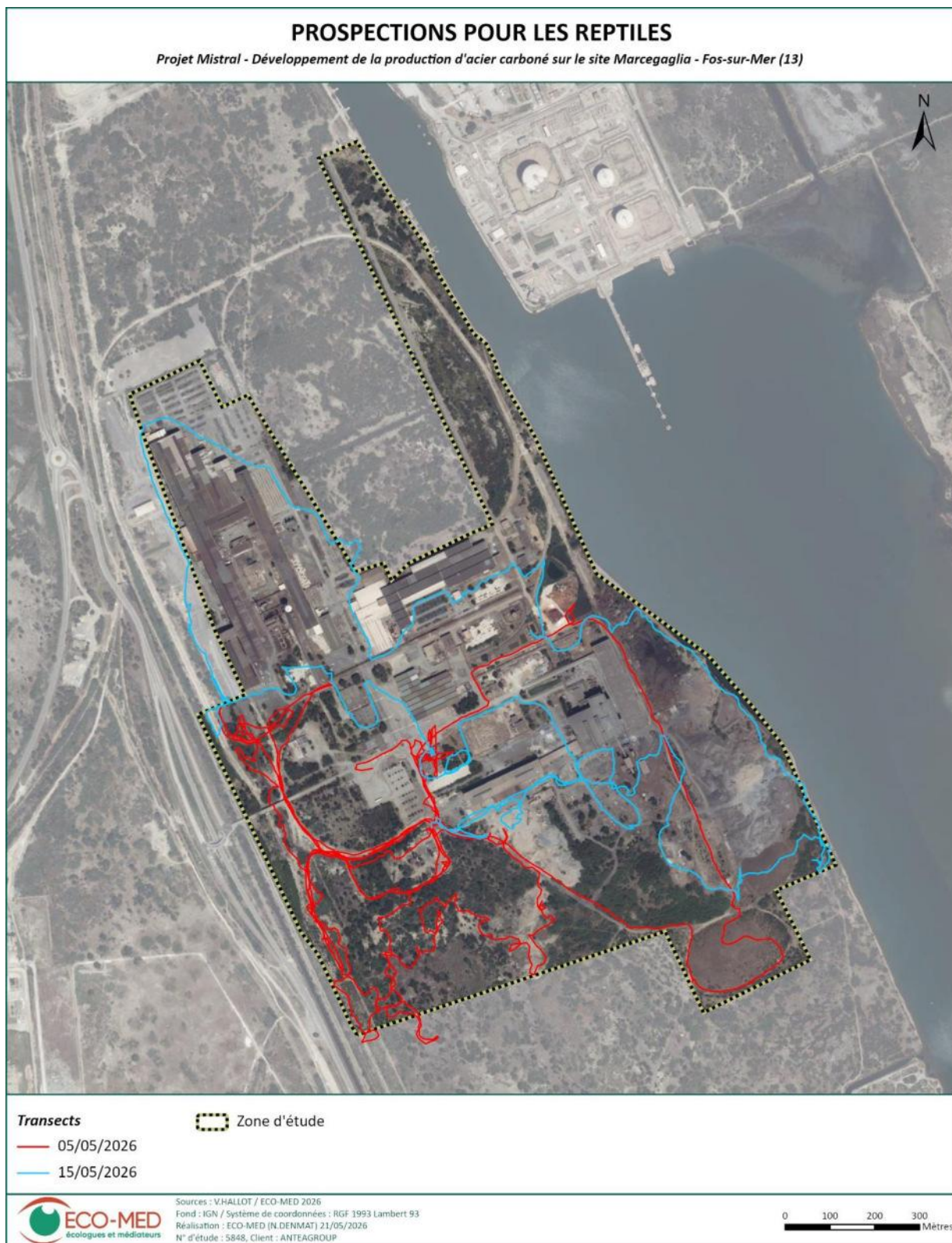
Les passages ont été réalisés au cours de la période d'activité principale de l'herpétofaune (reproduction au printemps). Les conditions météorologiques étaient favorables à la détection des reptiles lors du premier passage, un peu venteuses lors du second.

Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
05 mai 2026 (D)	18°C	Faible	Quelques nuages	Absentes	Conditions météorologiques favorables
15 mai 2026 (D)	14°C	Moyen	Nuageux		Conditions météorologiques moyennement favorables

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 6** du rapport.



Carte 15 : Localisation des prospections amphibiens et reptiles



■ Oiseaux

Chaque entité éco-physionomique de la zone d'étude a été parcourue à la recherche de contacts auditifs et/ou visuels (ex : individus, plumées, chants, cris, nids, etc.). Afin de maximiser ces contacts et de compenser la faible détectabilité de certaines espèces, des points d'arrêt ont été régulièrement réalisés au fil du cheminement. Une attention particulière a été portée aux habitats les plus favorables à une avifaune patrimoniale représentative de ce secteur géographique.

Deux passages diurnes et une prospection nocturne ont été réalisés durant les mois de mars et d'avril 2026. Ces passages se sont déroulés au cours de la période prénuptiale et du début de la reproduction de l'avifaune. Les espèces sédentaires ainsi que les espèces migratrices et les nicheurs précoces ont ainsi pu être contactées lors des prospections de terrain. Ces inventaires diurnes ont été complétés par une prospection nocturne, réalisée lors de la période de reproduction, le 28 avril 2026. Par conséquent, l'ensemble des espèces nicheuses diurnes et nocturnes précoces ont été prises en compte au cours des inventaires.

Chaque prospection diurne a débuté en matinée, période de forte activité vocale pour la majorité des passereaux (BLONDEL, 1975). Durant ces prospections, tous les contacts sonores et visuels ont été pris en compte et le comportement de chaque oiseau a été noté afin d'évaluer son statut biologique dans la zone d'étude. Ce comportement permet, selon une grille standardisée (cf. ci-après), d'évaluer la probabilité de nidification de chaque espèce rencontrée.

Nicheur possible
1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.
Nicheur probable
3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.
Nicheur certain
10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adultes entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couvrir.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).
<i>Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EOAC (European Ornithological Atlas Committee).</i>

Enfin, en 2024, des prospections crépusculaires ciblées essentiellement sur l'Œdicnème criard et le Petit-duc scops ont été menées par le bureau d'études Naturalia durant les périodes coïncidant aux pics d'activité vocale de ces espèces.

Les conditions météorologiques présentes lors de la prospection réalisée par le bureau d'études ECO-MED étaient globalement favorables (cf. tableau ci-dessous).



Tableau 11. *Conditions météorologiques des
prospections dédiées aux oiseaux*

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
20 mars 2026 (D)	10°C	Nul	Nul	Absente	Conditions météorologiques favorables
09 avril 2026 (D)	8°C	Nul	Nul	Absente	
28 avril 2026 (N)	20°C	Faible	Nul	Absente	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 1** du rapport.



Carte 16 : Localisation des prospections oiseaux



■ Mammifères terrestres

Concernant les mammifères terrestres, l'expert mammalogue a réalisé une analyse fonctionnelle préalable de la zone d'étude à l'aide de photographies aériennes et des diagnostics écologiques réalisés par Naturalia en 2024 pour Gravithy et Evinerude en 2025 pour le projet Mistral, ce qui a permis d'orienter les prospections. Lors de ses passages, l'expert a prospecté en priorité les milieux les plus fréquentés par les mammifères terrestres, tels que les cours d'eau, les écotones et les milieux forestiers. Les empreintes et autres indices de présence (fèces, restes alimentaires, nids, terriers, etc.) ont été systématiquement géoréférencés, décrits et, si nécessaire, prélevés pour analyse.

Les micro-mammifères du fait de leurs petites tailles et de leurs écologies (nocturnes, fousseurs, etc) sont difficilement observables, leurs prospections reposent essentiellement sur la découverte de restes osseux soit dans des bouteilles abandonnées qui sont des pièges mortels pour ces espèces ou par la découverte de pelotes de réjections de rapaces nocturnes. L'analyse des pelotes de réjection est un moyen efficace pour établir la communauté de micromammifères d'un secteur. En effet, les rapaces nocturnes sont des prédateurs territoriaux chassant sur des territoires de taille variable selon les espèces, de 500m à 2,5 km de diamètre autour de leurs repaires pour une Effraie des clochers et de 4 à 8 km de diamètre autour de l'aire pour le Hibou grand-duc.

Le centre de la zone d'étude se trouve à moins deux kilomètres d'un nid d'Effraie des clochers, situé sous le pont SNCF passant au-dessus de la D268, où des pelotes ont été récupérées lors des différents passages des experts d'ECOMED dans le secteur depuis février 2024. En considérant que le territoire de chasse est de 2 à 2,5 km de diamètre autour du repaire, il est probable que les micromammifères identifiés lors de l'analyse des pelotes de réjection aient été chassés sur la zone d'étude. L'analyse des pelotes récoltées sur ce repaire permettra d'établir la communauté de micromammifères évoluant sur la zone d'étude

Lors de la prospection du 04 mars, 5 pièges photographiques ont été déployés dans les milieux naturels de la zone d'étude à des emplacements stratégiques, soit pour cibler des espèces spécifiques, soit pour observer l'utilisation d'un milieu. Deux pièges photographiques ont été déployés au sein de la zone d'étude nord et trois pièges photographiques ont été déployés au sein de la zone d'étude sud et plus particulièrement dans les espaces naturels de la zone d'étude sud.

Les pièges photographiques sont particulièrement efficaces pour détecter les espèces nocturnes et cryptiques, difficiles à observer lors de prospections diurnes. Les pièges photographiques ont été récupérés lors du passage du 20 mars. Les pièges photographiques augmentent la pression de prospection en enregistrant tous les passages d'animaux entre leur installation et leur récupération. La période de déploiement des pièges photographiques était de 17 jours et 16 nuits.

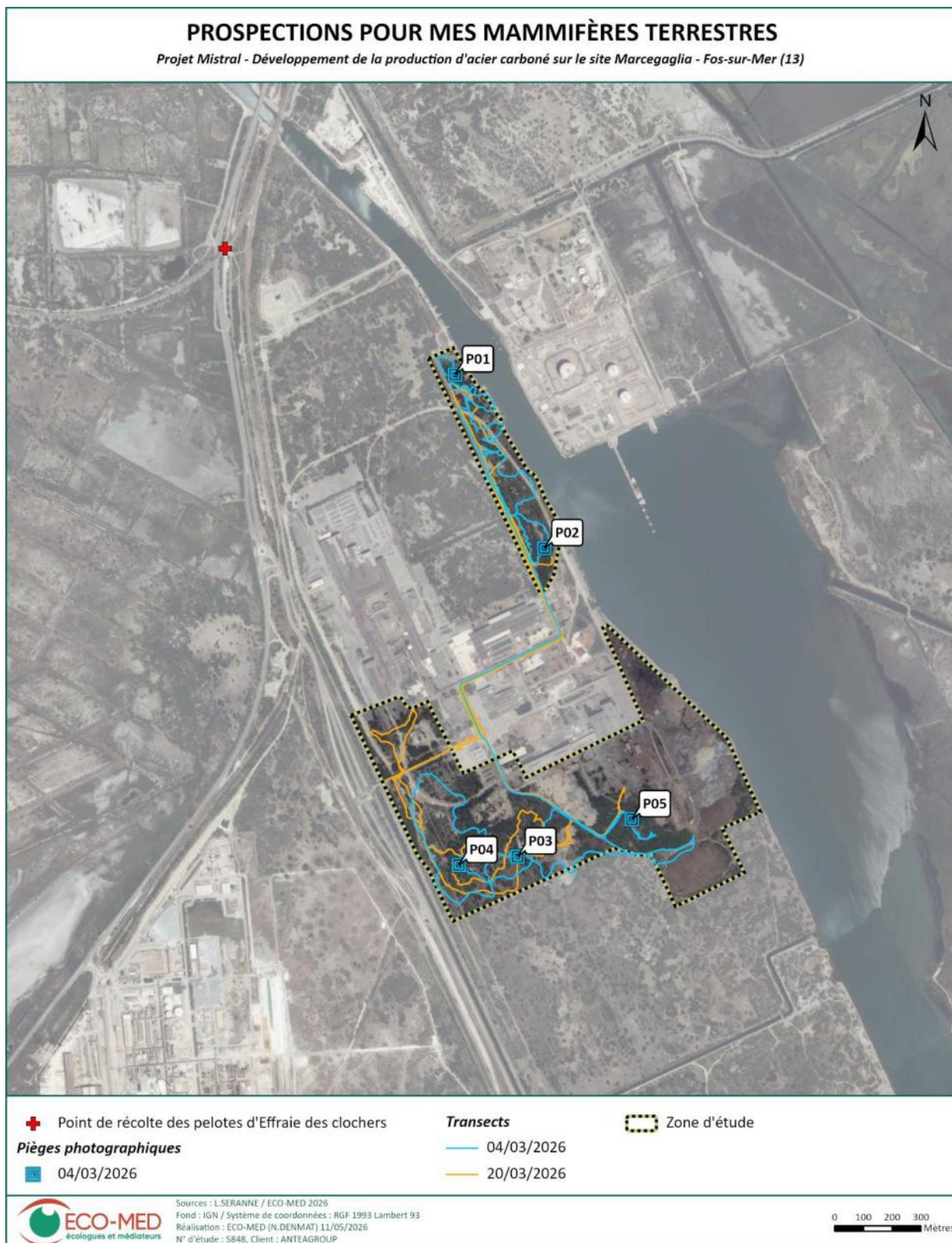
Les dates de prospections sont présentées ci-après.

Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères terrestres

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
04 mars 2023 (D)	14°C	Moyen	Nul	Absente	Conditions météorologiques très favorables
20 mars 2026 (D)	13°C	Nul	Nul	Absente	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 9** du rapport. Cette annexe détaille également tous les acronymes utilisés dans les monographies pour définir les statuts et listes rouges de chaque espèce.



Carte 17 : Localisation des prospections mammifères terrestres



■ Chiroptères

Les prospections dédiées aux chiroptères ont été réalisées après une analyse préliminaire de la physionomie des habitats de la zone d'étude, via photo-interprétation, croisée avec les sources bibliographiques disponibles, dans un large secteur englobant la zone d'étude. Ceci a permis d'orienter les prospections et de dresser une liste d'espèces à rechercher in situ.

Une approche bibliographique a été effectuée concernant les espèces de chauves-souris présentes localement permettant une identification des enjeux aux abords de la zone d'étude. En effet, dans la mesure où des espèces parcourent plus de 20 km par nuit et certaines vont chasser parfois à 40 km de la colonie, le rayon considéré a été adapté en fonction de ce paramètre. Une recherche à partir des différents périmètres à statut (PNA, ZNIEFF, Natura 2000, etc.) a été réalisée en parallèle afin d'avoir une vision approfondie du contexte chiroptérologique local ;

L'étude des chiroptères s'est focalisée sur les prospections diurnes qui ont permis :

- De caractériser les habitats présents afin d'estimer le type de fréquentation du site d'étude par les chiroptères, et de raisonner en termes de fonctionnalités ;
- D'effectuer une recherche des gîtes au sein de la zone d'étude et aux alentours :
 - Gîtes arboricoles : la progression dans les boisements est réalisée en fonction de la présence de sentiers pédestres ou de coulées d'animaux, ou au milieu du sous-bois lorsque celui-ci n'était pas trop dense ;
 - Gîtes anthropiques : les bâtis présents au sein de la zone d'étude ou en périphérie proche ont été investigués à la recherche de traces de présence (guano) ou d'individus en gîte ;
 - Gîtes cavernicoles : si des avens proches sont recensés sur la base de données du BRGM (<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/cavites-souterraines#/>), ils font l'objet de reconnaissances diurnes

La période de passage a été optimale, et a permis d'identifier les différents types de gîtes potentiels ainsi qu'une caractérisation des habitats favorables aux chiroptères.

Le premier passage en période d'activité des chiroptères a été réalisé au printemps 2026 au cours duquel l'activité du transit printanier a pu être enregistrée mais les analyses de ce passage ainsi que les deux autres passages en période estivale et automnale n'ont pas encore été effectués, les résultats n'apparaîtront que dans le rapport final rendu en fin d'année 2026.

Les méthodes d'inventaires en période d'activité sont réalisées à partir de sessions de détection nocturnes réalisées dans la zone d'étude à l'aide de détecteurs à ultrason passifs. Cette détection est faite à l'aide de détecteurs passifs à enregistrement continu SM4BAT (Wildlife acoustic), installés à des emplacements stratégiques dans la zone d'étude. Ce type de détection permet d'estimer la fréquentation de la zone d'étude par les chiroptères de manière quantitative et qualitative.

Les ultrasons enregistrés lors des nuits de prospection chiroptérologique sont ensuite analysés et déterminés (quand cela est réalisable) grâce aux logiciels : SonoChiro® 3.0 (Biotope, Recherche et Développement) et BatSound 4.14 (Pettersson electronics and acoustics ABTM).

Enfin, une analyse de l'activité chiroptérologique par espèce a été effectuée à partir des travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle en 2020 (Bas *et al.*, 2020). En fonction du nombre de contacts relevé pour une espèce au cours d'une nuit complète, le taux d'activité est jugé faible, modéré, fort ou très fort par rapport à la « norme régionale ou nationale ». Les seuils de ces niveaux varient d'une espèce à l'autre car ils intègrent la distance de détectabilité (portée des ultrasons variant de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres) et les comportements de vol de chaque espèce (glanage dans le feuillage, vol en plein ciel ou à quelques mètres de hauteur, etc.).

Tableau 13. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux chiroptères

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
09 mars 2026 (D)	13°C	Faible 23km/h	Nuageux	18mm	

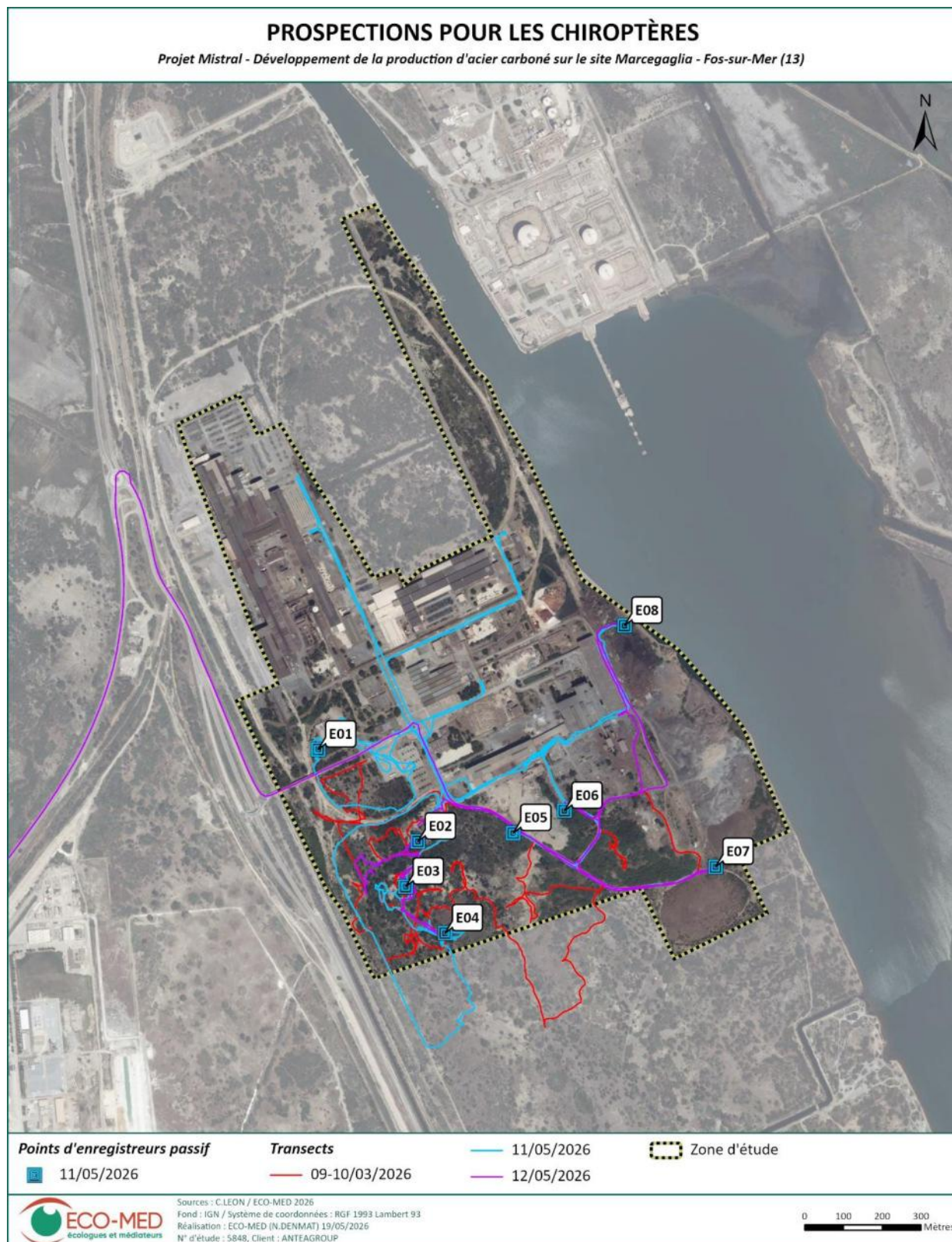


Partie 1 : Données et méthodes

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
10 mars 2026 (D)	14°C	Très faible 13km/h	Nuageux	Absentes	Conditions météorologique favorables
11 mai 2026 (D)	19°C	Faible 20km/h	Quelques nuages	Absentes	
11 mai 2026 (N)	17,5°C	Moyen 28km/h	Quelques nuages	Absentes	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 9** du rapport



Carte 18 : Localisation des prospections de chiroptères



2.1. Difficultés rencontrées

Les principales limites techniques et scientifiques inhérentes à l'étude de la biodiversité sont exposées **Annexe 10** du rapport.

2.2. Espèces fortement potentielles

Sont également intégrées à la présente étude, les **espèces fortement potentielles** dans la zone d'étude (uniquement si elles constituent un enjeu zone d'étude très fort, fort ou modéré). La forte potentialité de présence d'une espèce est principalement justifiée par :

- La présence de l'habitat d'espèce ;
- L'observation de l'espèce à proximité de la zone d'étude (petite zone géographique) ;
- La zone d'étude figurant au sein ou en limite de l'aire de répartition de l'espèce ;
- Les données bibliographiques récentes mentionnant l'espèce localement.

Une fois ces critères remplis, la potentialité de présence de l'espèce peut être confortée ou non par la période de prospection (date de passage) et la pression de prospection effectuée (se définit par le temps d'observation comparé à la surface de la zone d'étude).

Un passage à une période du calendrier écologique qui n'est pas optimale nous incitera à considérer l'espèce fortement potentielle alors qu'une pression de prospection adaptée, ciblée sur l'espèce sans résultat ne nous permettra pas de considérer cette dernière comme fortement potentielle.

2.3. Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée.

2.3.1. Statuts des espèces

Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs. Tous les critères d'évaluation sont présentés en Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Parmi les outils réglementaires et scientifiques présentés figurent les suivants :

- Directive Habitats (CDH) ;
- Directive Oiseaux (CDO) ;
- Protection nationale (N) et/ou régionale (R) et/ou départementale (D) pour chaque groupe biologique ;
- Listes rouges ;
- Livres rouges ;
- Divers travaux concernant les espèces menacées ;
- Convention de Berne (IBE) ;
- Convention de Bonn (IBO).

L'ensemble des statuts réglementaires possède un sigle composé d'une première lettre en rapport avec leur échelle d'application (**I**nternationale, **C**ommunautaire, **N**ationale, **R**égionale, **D**épartementale) et d'une succession de lettres et de chiffres en lien avec le document de référence. Ces sigles sont directement issus de la base de connaissance « Statuts » des espèces de l'INPN (Régnier, C. & Gargominy, O. 2018).

L'ensemble des statuts et leurs sigles sont présentés en Erreur ! Source du renvoi introuvable..

2.3.2. Evaluation des enjeux

Le terme *enjeu* ou *enjeu de conservation* correspond à un élément écologique auxquels les acteurs de la conservation de la biodiversité attribuent une valeur. Selon les contextes, il peut désigner une espèce, un habitat, une fonction. Il est souvent associé à un qualificatif (faible, modéré, fort par exemple) permettant de les hiérarchiser



entre eux et d'établir des priorités de conservation. Les critères de hiérarchisation varient selon les méthodes de hiérarchisation et l'échelle à laquelle on raisonne.

ECO-MED a déterminé sa propre méthode de hiérarchisation des enjeux en se basant sur les recommandations faites par plusieurs guides de référence et en particulier :

- Cherrier, O., Rouveyrol, P., 2021. **Hiérarchisation des enjeux de conservation terrestres du réseau Natura 2000 français**. UMS Patrimoine Naturel - Ministère de la transition écologique.
- Collectif, 2021. **Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels** (No. 88), Cahiers techniques. OFB.

ECO-MED a construit son approche de façon à rester le plus objectif possible. Cependant il ne faut pas oublier que « *définir des priorités de conservation dans le domaine de la recherche ou de l'action reflètera toujours des valeurs anthropocentrées et seront toujours changeantes et contestées* » (Pullin *et al.*, 2013)

La méthode d'ECO-MED a été définie en tenant compte de l'objectif de la hiérarchisation et de l'objet de la hiérarchisation (Le Berre *et al.*, 2019). Ainsi, la hiérarchisation concerne les habitats ainsi que les espèces animales et végétales. Il s'agit de qualifier les enjeux de conservation sur des zones d'études faisant l'objet de projet d'aménagement. Leur taille varie de l'hectare à plusieurs dizaines d'ha (voire quelques centaines), superficie sensiblement inférieure aux zones Natura 2000 et autres espaces naturels protégés pour lesquels les guides méthodologiques ont été rédigés. Pour cette raison, ECO-MED a introduit la notion **d'enjeu de conservation à l'échelle de la zone d'étude ou enjeu zone d'étude (EZE)**.

L'enjeu de conservation à l'échelle de la zone d'étude (EZE) est défini en se basant sur :

- les données d'enjeu de conservation à une échelle plus grande, l'échelle départementale ou infra-départementale (petite région naturelle) selon les cas, et dénommé enjeu local de conservation (ELC) (Cf. les explications ci-dessous)
- des critères relatifs aux fonctionnalités écologiques, au degré de naturalité, et de rareté à l'échelle du voisinage de la zone d'étude (Cherrier et Rouveyrol, 2021). Ces différents critères correspondent à la notion d'importance de la zone d'étude pour les espèces ou l'habitat considéré (IZE) (Cf. les explications ci-après)

EZE, ELC, et IZE varie entre six classes d'intensité : nul, très faible, faible, modéré, fort, très fort.

■ Evaluation de l'enjeu local de conservation

Conformément aux recommandations des guides cités plus haut, l'enjeu local de conservation (ELC) est établi par ECO-MED en combinant divers critères reflétant la sensibilité des espèces ou des habitats, les pressions subies localement et la rareté à l'échelle locale.

Les critères sont les suivants :

- Étendue de la répartition géographique
- Bilan chorologique régional ou départemental
- Amplitude écologique des habitats
- Isolement de la population
- Dynamique d'évolution de l'espèce
- Degré de rareté dans l'aire du territoire considéré
- Existence de menaces
- Stratégie de reproduction
- Capacité de dispersion
- Résilience écologique
- Anthrophilie.

Cinq classes d'enjeu local de conservation peuvent ainsi être définies de façon usuelle, plus une sixième exceptionnelle :



Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul*
-----------	------	--------	--------	-------------	------

* La classe « enjeu local de conservation nul » ne peut être utilisée que de façon exceptionnelle pour des espèces exogènes plantées ou échappées dont la conservation n'est aucunement justifiée (ex : Laurier rose, Barbe de Jupiter, etc.).

Ainsi, les espèces sont présentées en fonction de leur enjeu de conservation local, dont les principaux éléments d'évaluation seront rappelés dans les monographies. De fait, il est évident que cette analyse conduit à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas protégées par la loi. Inversement, des espèces protégées par la loi mais présentant un faible voire un très faible enjeu local de conservation (Lézard des murailles par exemple, ou Rougegorge familier) peuvent ne pas être détaillées.

■ Evaluation de l'importance de la zone d'étude

L'importance de la zone d'étude (IZE) est déterminée à l'aide de quatre critères :

- L'importance fonctionnelle de la zone d'étude pour les espèces
- Rôle fonctionnel à l'échelle du paysage
- Rareté de la zone d'étude à l'échelle locale
- Degré de naturalité.

L'importance fonctionnelle de la zone d'étude fait référence à son rôle plus ou moins déterminant dans l'accomplissement du cycle de vie de l'espèce en question (reproduction, alimentation, hivernage, repos, etc.). Le rôle fonctionnel à l'échelle du paysage correspond aux notions de réservoir, de corridor, et de puits pour une espèce donnée (Collectif, 2021).

La rareté de la zone d'étude à l'échelle locale est appréciée en comparaison avec les habitats situés dans le voisinage immédiat.

Enfin le degré de naturalité correspond à la combinaison de l'intégrité biophysique de l'occupation du sol, de la spontanéité des processus écologiques sur le site et enfin à la continuité spatio-temporelle, conformément à la définition proposée par Guetté et al., 2018¹. Le degré de naturalité est qualifié à l'aide de la cartographie de naturalité potentielle établie dans le cadre du projet CARTNTAT piloté par l'UICN France (résolution 20 m).

Six classes d'importance de la zone d'étude sont définies :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nulle
-----------	------	--------	--------	-------------	-------

■ Evaluation de l'enjeu zone d'étude

Afin de conclure sur les enjeux à l'échelle de la zone d'étude, pour chaque espèce et chaque habitat, l'ELC est croisé avec l'IZE. L'EZE prend en règle générale la valeur de l'IZE, en étant majoré lorsque l'ELC de l'espèce est fort ou très fort, et minoré, lorsque l'ELC de l'espèce est faible ou très faible, en s'appuyant sur le tableau ci-dessous :

Tableau 14. Correspondance de l'Enjeu Zone d'Étude avec l'Importance de la Zone d'étude et l'Enjeu Local de Conservation

ELC \ IZE	Nulle	Très faible	Faible	Modérée	Forte	Très forte
Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
Très faible	Nul	Très faible	Très faible	Très faible	Faible	Faible
Faible	Nul	Très faible	Faible	Faible	Modéré	Modéré
Modéré	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Fort

¹ Guetté, A., Carruthers-Jones, J., Godet, L., Robin, M., 2018. « Naturalité » : concepts et méthodes appliqués à la conservation de la nature. Cybergeo: European Journal of Geography.



Partie 1 : Données et méthodes

ELC \ IZE	Nulle	Très faible	Faible	Modérée	Forte	Très forte
	Nul	Faible	Modéré	Fort	Fort	Très fort
Fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Fort	Très fort
Très fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Très fort	Très fort

**Définition de l'enjeu « gîtes potentiels »**

Les arbres isolés qui sont identifiés correspondent à des arbres individuels qui ont été géoréférencés. Il s'agit pour la plupart d'arbres âgés.

En revanche, lorsque dans certains secteurs de la zone d'étude, les densités d'arbres favorables sont trop importantes pour pouvoir être géoréférencées individuellement, des entités ont été cartographiées, comprenant des densités plus ou moins importantes d'arbres favorables. Ces entités correspondent à des secteurs où les arbres-gîtes potentiels sont plus importants qu'ailleurs.

Les enjeux des arbres isolés et des entités plus globales (ensemble d'arbres présentant les mêmes enjeux) ont été notés en fonction de leurs degrés de « favorabilité » selon les critères décrits dans le tableau suivant.

Les autres gîtes potentiels (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) au sens large représentant l'un des enjeux principaux des prospections spécifiques ont été étudiés afin d'évaluer le degré d'intérêt de ceux présents au sein de la zone d'étude élargie.

Chaque gîte potentiel faisant l'objet de la présente expertise a été géolocalisé et noté en fonction de son degré de « favorabilité » selon les critères suivant :

Tableau 15. Matrice de calcul de l'enjeu des gîtes potentiels

Critères	Enjeu
- Arbre/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) jugé non favorable ou non potentiel (cas par exemple des simples dépressions)	Nul
- Arbre et autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) moyennement potentiel - Arbre présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères, en formation et intéressant à long terme/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères - Arbre pour lequel la visibilité depuis le sol ne permet pas l'attribution d'une note supérieure/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) pour lequel la visibilité depuis l'entrée ne permet pas l'attribution d'une note supérieure	Faible
- Arbre potentiellement favorable de par son diamètre et son âge/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) potentiellement favorable de par son diamètre d'entrée - Arbre et autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères, en formation et intéressants à moyen terme - Arbre pour lequel la visibilité depuis le sol ne permet pas l'attribution d'une note supérieure/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) pour lequel la visibilité depuis l'entrée ne permet pas l'attribution d'une note supérieure	Modéré
- Arbre potentiellement favorable de par son gros diamètre et son âge/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) potentiellement favorable de par son diamètre d'entrée et son orientation - Arbre présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères, en formations et intéressant à court terme/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments potentiels susceptibles d'accueillir des chiroptères (traces de guano ou d'urine par exemple) - Arbre présentant quelques éléments favorables (écorces décollées, branches cassées) visibles/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) présentant des éléments favorables visibles - Arbre pour lequel la visibilité depuis le sol ne permet pas l'attribution d'une note supérieure/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) pour lequel la visibilité depuis l'entrée ne permet pas l'attribution d'une note supérieure	Fort
- Arbre présentant plusieurs éléments (cavités, écorces décollées, branches cassées) susceptibles d'accueillir les chiroptères/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) - Arbre présentant des éléments susceptibles d'accueillir des chiroptères et dont le placement dans l'arbre est idéal (hauteur, encombrement autour, etc.)/autre gîte (aven, grotte, gîte anthropique, etc.) abritant des chiroptères de manière avérée	Très fort



3. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZSC FR9301590 « LE RHONE AVAL »

Toutes les données mentionnées dans les tableaux de cette partie sont issues du Formulaire Standard de Données (FSD) du site Natura 2000 considéré. Les FSD des sites Natura 2000 sont disponibles sur le site Internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 22/07/2025

Surface : 12 579 ha

Dates de désignation : 31/12/1998 (pSIC), 19/07/2006 (SIC) et 12/08/2015 (ZSC, premier arrêté)

Mise à jour : 16/07/2021

État du DOCOB : Validé le 12/08/2014 (COPIL du 31/03/2014) + animation (PNR de Camargue)

3.1. Description du site

Le Rhône constitue un des plus grands fleuves européens. Dans sa partie aval, il présente une grande richesse écologique, notamment plusieurs habitats naturels et espèces d'intérêt communautaire. Grâce à la préservation de certains secteurs, de larges portions du fleuve sont exploitées par des espèces remarquables, notamment par le Castor d'Europe et diverses espèces de poissons.

L'axe fluvial assure un rôle fonctionnel important pour la faune et la flore : fonction de corridor (déplacement des espèces tels que les poissons migrateurs), fonction de diversification (mélange d'espèces montagnardes et méditerranéennes) et fonction de refuge (milieux naturels relictuels permettant la survie de nombreuses espèces).

Les berges sont caractérisées par des ripisylves en bon état de conservation, et localement très matures (présence du tilleul). La flore est illustrée par la présence d'espèces tempérées en limite d'aire, d'espèces méditerranéennes et d'espèces naturalisées.

Au total, 24 habitats naturels d'intérêt communautaire sont présents, 23 espèces de la faune Natura 2000 CDH2 fréquentent le site.

3.2. Objectifs généraux de conservation

Les 6 objectifs de conservation du site se forcent d'harmoniser les exigences socio-économiques présentes sur le site avec les exigences écologiques. Parmi ces objectifs, les 4 premiers sont transversaux, les 2 derniers sont liés à la conservation d'habitats ou d'espèces :

- 1 Aller vers une amélioration de la dynamique fluviale et de rétablissement du régime naturel d'inondation
- 2 Rétablir la fonction de corridor du fleuve et de sa ripisylve et favoriser les « réservoirs de biodiversité » et les ensembles fonctionnels à forte naturalité
- 3 Lutter contre les sources de dégradation des eaux et améliorer la qualité de l'eau
- 4 Lutter contre la colonisation ou l'implantation d'espèces exotiques envahissantes
- 5 Améliorer la qualité d'accueil des espèces de la Directive Habitat

3.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000

3.3.1. Habitats naturels Natura 2000 (CDH1) – ZSC « Rhône aval »



Partie 1 : Etat initial

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	1110	0,18	Significative	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Significative
Estuaires	1130	6,77	Excellente	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Excellente
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1140	1,08	Bonne	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Bonne
Lagunes côtières*	1150	2,55	Bonne	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Bonne
Grandes criques et baies peu profondes	1160	0,91	Bonne	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Bonne
Végétation annuelle des laissés de mer	1210	0,01	Significative	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Significative
Végétations pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	1310	0,02	Significative	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Significative
Prés-salés méditerranéens (<i>Juncetalia maritimi</i>)	1410	0,17	Significative	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Significative
Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (<i>Sarcocornietea fruticosi</i>)	1420	4,63	Excellente	$15 \geq p > 2$ %	Bonne	Excellente
Steppes salées méditerranéennes (<i>Limonietalia</i>)*	1510	0,50	Excellente	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Excellente
Dunes mobiles embryonnaires	2110	0,00	Significative	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Significative
Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	2120	0,17	Bonne	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Bonne
Dunes fixées du littoral du <i>Crucianellion maritimae</i>	2210	0,05	Bonne	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Bonne
Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara</i> spp.	3140	0,00	Non significative	-	-	-
Lacs eutrophes naturels avec végétation du <i>Magnopotamion</i> ou de l' <i>Hydrocharition</i>	3150	2,46	Bonne	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Bonne
Mares temporaires méditerranéennes*	3170	0,00	Significative	$2 \geq p > 0$ %	Moyenne	Significative
Rivières permanentes méditerranéennes à <i>Glaucium flavum</i>	3250	0,09	Significative	$2 \geq p > 0$ %	Bonne	Bonne
Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du <i>Ranunculion fluitantis</i> et du <i>Callitricho-Batrachion</i>	3260	7,42	Bonne	$15 \geq p > 2$ %	Bonne	Bonne



Partie 1 : Etat initial

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Rivières avec berges vaseuses avec végétation du <i>Chenopodion rubri</i> p.p. et du <i>Bidention</i> p.p.	3270	0,04	Significative	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Significative
Rivières permanentes méditerranéennes du Paspalo-Agrostidion avec rideaux boisés riverains à <i>Salix</i> et <i>Populus alba</i>	3280	0,21	Bonne	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Bonne
Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnards à alpins	6430	0,03	Significative	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Significative
Forêts mixtes à <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>	91F0	0,20	Bonne	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Bonne
Forêts-galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i>	92A0	9,81	Excellente	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Excellente
Galeries et fourrés riverains méridionaux (<i>Nerio-Tamaricetea</i> et <i>Securinegion tinctoriae</i>)	92D0	0,68	Excellente	$100\% \geq p > 15\%$	Bonne	Excellente

*Habitats prioritaires : habitats en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation desquels l'Union européenne porte une responsabilité particulière.

3.3.2. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolément	Globale
Mammifères chiroptères	Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Concentration (R)	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Non isolée	Excellente
	Rhinolophe euryale (<i>Rhinolophus euryale</i>)	Concentration (V)	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Petit Murin (<i>Myotis blythii</i>)	Concentration (R)	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Concentration (R)	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée	Moyenne
	Murin de Capaccini (<i>Myotis capaccinii</i>)	Concentration (R)	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Concentration (R)	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>)	Concentration (R)	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Non isolée	Bonne



Partie 1 : Etat initial

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
Mammifères terrestres	Castor d'Eurasie (<i>Castor fiber</i>)	Sédentaire (C)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Excellente
	Loutre d'Europe (<i>Lutra lutra</i>)	Concentration	2 >= p > 0 %	Moyenne	Isolée	Bonne
Amphibiens	Triton crêté (<i>Triturus cristatus</i>)	Sédentaire (V)	2 >= p > 0 %	Moyenne / Réduite	(Presque) isolée	Significative
Reptiles	Cistude d'Europe (<i>Emys orbicularis</i>)	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire élargie)	Bonne
Poissons	Lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>)	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
		Reproduction (V)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Alose (<i>Alosa fallax</i>)	Concentration (C)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente
		Reproduction (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Chabot commun (<i>Cottus gobio</i>)	Sédentaire (V)	Non significative	-	-	-
	Bouvière (<i>Rhodeus amarus</i>)	Sédentaire (C)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Blageon (<i>Telestes souffia</i>)	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Toxostome (<i>Parachondrostoma toxostoma</i>)	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
Insectes	Cordulie à corps fin (<i>Oxygastra curtisii</i>)	Concentration (10 – 10 stations)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Agrion de Mercure (<i>Coenagrion mercuriale</i>)	Concentration (2 – 2 stations)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Gomphe de Graslin (<i>Gomphus graslinii</i>)	Concentration (2 – 2 stations)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Marginale	Moyenne
	Lucane cerf-volant (<i>Lucanus cervus</i>)	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Grand Capricorne (<i>Cerambyx cerdo</i>)	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Écaille chinée (<i>Euplagia quadripunctaria</i>)	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-

Légende

Statut biologique sur la ZSC :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles, C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

3.4. Autres espèces importantes de faune et de flore



Ces espèces sont mentionnées dans le FSD du site Natura 2000 FR9301590 « Le Rhône aval ». N'ayant pas justifié la désignation du site Natura 2000 FR9301590 « Le Rhône aval » (non inscrites à l'arrêté ministériel de création du site Natura 2000), ces espèces ne sont mentionnées ici qu'à titre indicatif et ne feront pas l'objet de l'évaluation des incidences.

3.4.1. Autres espèces importantes - ZSC « Le Rhône aval »

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Motivation
Oiseaux	Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	Rare	Liste rouge nationale, convention internationale
Poissons	Anguille d'Europe (<i>Anguilla anguilla</i>)	Individus Présente	Liste rouge nationale et convention nationale
Plantes	Aldrovandie à vessies (<i>Aldrovanda vesiculosa</i>)	Individus Présente	Liste rouge nationale et convention nationale



4. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZSC FR9301596 « MARAIS DE LA VALLEE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES »

Toutes les données mentionnées dans les tableaux de cette partie sont issues du Formulaire Standard de Données (FSD) du site Natura 2000 considéré. Les FSD des sites Natura 2000 sont disponibles sur le site Internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 10/01/2025

Surface : 11 061 ha.

Dates de désignation : 30/11/2004 (pSIC), 12/12/2008 (SIC) et 08/11/2007 (ZSC)

Mise à jour : 02/02/2024

État du DOCOB : Approuvé (arrêté du 03/08/09) et animation (Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)

4.1. Description du site

Le site est situé à l'interface entre le delta de Camargue, la plaine de la Crau et la chaîne des Alpilles. L'un de ses principaux intérêts réside dans la diversité et l'étendue des milieux aquatiques présents (4400 ha). Parmi ceux-ci, on relèvera les superficies remarquables de marais à marisques (900 ha) et de roselières (>1000 ha). Plusieurs habitats présentent un intérêt particulier pour la faune invertébrée et la flore : les mares temporaires méditerranéennes, les sources oligotrophes basiques, les eaux oligo-mésotrophes calcaires. L'intérêt biologique du site réside également en la présence d'espèces animales devenues rares (ex. : Cistude d'Europe), la présence d'espèces végétales rares en région méditerranéenne (Gentiane des marais, Thélyptéris des marais) et la seule station française d'une espèce de plante (Germandrée de Crau). Le site est d'autre part très important pour l'avifaune, avec la présence d'espèces menacées mondialement (Aigle criard, Faucon crécerellette) ou au niveau communautaire (Butor étoilé, Ibis falcinelle, Aigle de Bonelli, Vautour percnoptère, Ganga cata, Glaréole à collier).

La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), autrefois courante, était citée à Beauchamp, à l'étang des Aulnes et aux marais du Vigueirat (jusqu'aux années 1960). Une population relictuelle se serait maintenue sur le canal du Vigueirat à hauteur du marais de Meyrannes jusqu'au début des années 1990. En novembre 2012, des indices de présence (épreintes) ont été trouvés dans le marais du Vigueirat. Des prospections complémentaires seront à réaliser afin de déterminer si cette présence est liée à une réelle recolonisation de la zone par l'espèce ou si ces indices proviennent d'un individu erratique.

Selon une étude menée en 2014 (A Rocha), une population autochtone de Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*), a été découverte pour la première fois en PACA (auparavant seules des observations ponctuelles avaient été faites, E. IORIO 2010-2012). Six individus mâles différents ont été contactés lors de 2 prospections spécifiques effectuées fin juin 2014 sur le canal de la Vallée des Baux (3 individus à chaque sortie). L'analyse des photographies confirme qu'il s'agit bien d'individus différents. Quelques exuvies ont également été trouvées début juillet 2014 en amont, d'où une forte suspicion de reproduction sur le site. De manière plus ponctuelle, il a également été observé en amont, au niveau du marais de l'Illon (1 individu à chaque fois). La dynamique locale de l'espèce semble progressive.

Le site englobe un ensemble remarquable de milieux humides alimentés par de l'eau douce (résurgences de la nappe de Crau) par endroits, et plus ou moins salée lorsqu'on approche la Camargue à l'ouest et la mer au sud.

Les principales problématiques identifiées sur le site sont la pollution de l'eau (notamment par fertilisation agricole, pesticides, rejets domestiques, macrodéchets, rejets atmosphériques), la modification de l'hydrologie des zones humides (drainage, irrigation, endiguements), le maintien des pratiques agricoles garantes du bon état de conservation des habitats (notamment élevage extensif, foin de Crau), le développement des réseaux (ex. : autoroute), la prolifération de plantes exotiques envahissantes (jussies, baccharis).



4.2. Objectifs généraux de conservation

Les 13 objectifs de conservation présentés ci-dessous sont communs avec la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône » :

1. Maintenir et améliorer la qualité physico-chimique des eaux ;
2. Développer une gestion globale et concertée de la ressource en eau, à l'échelle des bassins versants ;
3. Préserver et si possible restaurer le fonctionnement hydrologique des habitats des zones humides (habitats et habitats d'espèces) ;
4. Préserver et entretenir la végétation des habitats ouverts et des habitats humides et encourager leur restauration ;
5. Favoriser l'expression de la biodiversité forestière ;
6. 6A. Maintenir et optimiser la richesse écologique et le rôle de corridor des ripisylves ;
7. 6B. Préserver la biodiversité liée aux canaux (milieux aquatiques et berges) ;
8. Limiter les impacts occasionnés par les espèces exogènes invasives dans le respect des habitats et des autres espèces ;
9. Maintenir et restaurer les connectivités des populations de vertébrés vulnérables et réduire leurs causes de mortalités ;
10. Maintenir des conditions d'accueil optimales pour les oiseaux d'eau
11. Maintenir les conditions nécessaires à l'accueil du vautour percnoptère et des autres rapaces charognards
12. Optimiser l'accueil des colonies de chiroptères
13. Développer un projet socio-économique rural et industriel durable s'appuyant notamment sur l'agriculture, le tourisme, la chasse, la pêche et la protection de l'environnement
14. Mettre en œuvre le DOCOB

4.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000

4.3.1. Habitats naturels Natura 2000 (CDH1) – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Prés-salés méditerranéens (<i>Juncetalia maritimi</i>)	1410	3,45	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne
Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (<i>Sarcocornietea fruticosi</i>)	1420	2,73	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne
Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara spp.</i>	3140	0,83	Bonne	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Bonne
Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition	3150	5,08	Significative	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Significative
Mares temporaires méditerranéennes	3170	0,23	Excellente	2% ≥ p > 0%	Bonne	Excellente



Partie 1 : Etat initial

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du <i>Ranunculion fluitantis</i> et du <i>Callitricho-Batrachion</i>	3260	0,01	Bonne	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Bonne
Parcours substeppiques de graminées et annuelles des <i>Thero-Brachypodietea</i>	6220	0,03	Significative	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Significative
Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i>	6420	7,58	Excellente	100% ≥ p > 15%	Bonne	Bonne
Prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	6510	4,74	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Significative
Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davallianae</i>	7210	8,15	Excellente	100% ≥ p > 15%	Moyenne	Bonne
Forêts à <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus rotundifolia</i>	9340	5,77	Bonne	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne
Forêts-galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i>	92A0	2,69	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne

*Habitats prioritaires : habitats en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation desquels l'Union européenne porte une responsabilité particulière

Tableau 16. Espèces Natura 2000 (CDH2) – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolément	Globale
Insectes	Cordulie à corps fin (<i>Oxygastra curtisii</i>)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Marginale	Bonne
	Agrion de Mercure (<i>Coenagrion mercuriale</i>)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Excellente
	Gomphe de Graslin (<i>Gomphus graslinii</i>)	Sédentaire (V)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Isolée	Bonne
	Ecaille chinée (<i>Euplagia quadripunctata</i>)	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
Poissons	Alose (<i>Alosa fallax</i>)	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
	Chabot commun (<i>Cottus gobio</i>)	Sédentaire (V)	Non significative	-	-	-
	Bouvière (<i>Rhodeus amarus</i>)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne



Partie 1 : Etat initial

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolément	Globale
	Blageon (<i>Telestes souffia</i>)	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
Reptiles	Cistude d'Europe* (<i>Emys orbicularis</i>)	Sédentaire	15 ≥ p > 2%	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne
Mammifères terrestres	Castor d'Eurasie (<i>Castor fiber</i>)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Loutre d'Europe (<i>Lutra lutra</i>)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne
Chiroptères	Petit Rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	Concentration / Très rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Concentration / Présente 100 à 200 individus	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne
	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Concentration / Rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Concentration / Rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Murin de Capaccini (<i>Myotis capaccini</i>)	Concentration / Très rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Concentration / Rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne
	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Concentration / Rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne

**Légende****Statut biologique sur la ZSC :**

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles, C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

4.4. Autres espèces importantes de faune et de flore

Ces espèces sont mentionnées dans le FSD du site Natura 2000. N'ayant pas justifié la désignation du site (non inscrites à l'arrêté ministériel de création du site Natura 2000), ces espèces ne sont mentionnées ici qu'à titre indicatif et ne feront pas l'objet de l'évaluation des incidences.

Tableau 17. Autres espèces importantes – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

Groupe biologique	Espèce	Motivation
Flore	Salicaire à feuilles de thym (<i>Lythrum thymifolium</i>)	Liste rouge nationale
	Salicaire à trois bractées (<i>Lythrum tribracteatum</i>)	Liste rouge nationale
	Menthe des cerfs (<i>Mentha cervina</i>)	Liste rouge nationale
	Scorzonaire à petites fleurs (<i>Scorzonera parviflora</i>)	Liste rouge nationale
	Germandrée de Crau (<i>Teucrium aristatum</i>)	Liste rouge nationale
Invertébrés		
Poissons		
Amphibiens	Triton palmé* (<i>Lissotriton helveticus</i>)	Autres raisons
	Alyte accoucheur* (<i>Alytes obstetricans</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
	Pélobate cultripède* (<i>Pelobates cultripipes</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
	Pélodyte ponctué* (<i>Pelodytes punctatus</i>)	Liste rouge nationale, conventions internationales
	Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
Reptiles	Couleuvre d'Esculape* (<i>Zamenis longissimus</i>)	Annexe IV / autres raisons
	Lézard ocellé* (<i>Timon lepidus</i>)	Liste rouge nationale, conventions internationales
Oiseaux		
Mammifères terrestres		



Groupe biologique	Espèce	Motivation
Chiroptères		

4.5. Objectifs généraux de conservation

Le site est situé à l'interface entre le delta de Camargue, la plaine de la Crau et la chaîne des Alpilles. L'un de ses principaux intérêts réside dans la diversité et l'étendue des milieux aquatiques présents (4400 ha). Parmi ceux-ci, on relèvera les superficies remarquables de marais à marisques (900 ha) et de roselières (>1000 ha). Plusieurs habitats présentent un intérêt particulier pour la faune invertébrée et la flore : les mares temporaires méditerranéennes, les sources oligotrophes basiques, les eaux oligo-mésotrophes calcaires. L'intérêt biologique du site réside également en la présence d'espèces animales devenues rares (ex. : Cistude d'Europe), la présence d'espèces végétales rares en région méditerranéenne (Gentiane des marais, Thélyptéris des marais) et la seule station française d'une espèce de plante (Germandrée de Crau). Le site est d'autre part très important pour l'avifaune, avec la présence d'espèces menacées mondialement (Aigle criard, Faucon crécerellette) ou au niveau communautaire (Butor étoilé, Ibis falcinelle, Aigle de Bonelli, Vautour percnoptère, Ganga cata, Glaréole à collier, etc). Loutre (*Lutra lutra*) : l'espèce a disparu mais le site reste propice

Voici les 13 objectifs listés dans le Tome 1 du DOCOB du site FR 9301596

1. Maintenir et améliorer la qualité physico-chimique des eaux
2. Développer une gestion globale et concertée de la ressource en eau, à l'échelle des bassins versants
3. Préserver et si possible restaurer le fonctionnement hydrologique des habitats des zones humides (habitats et habitats d'espèces)
4. Préserver et entretenir la végétation des habitats ouverts et des habitats humides et encourager leur restauration
5. Favoriser l'expression de la biodiversité forestière
- 6A. Maintenir et optimiser la richesse écologique et le rôle de corridor des ripisylves
- 6B. Préserver la biodiversité liée aux canaux (milieux aquatiques et berges)
7. Limiter les impacts occasionnés par les espèces exogènes invasives dans le respect des habitats et des autres espèces
8. Maintenir et restaurer les connectivités des populations de vertébrés vulnérables et réduire leurs causes de mortalités
9. Maintenir des conditions d'accueil optimales pour les oiseaux d'eau
10. Maintenir les conditions nécessaires à l'accueil du vautour percnoptère et des autres rapaces charognards
11. Optimiser l'accueil des colonies de chiroptères
12. Développer un projet socio-économique rural et industriel durable s'appuyant notamment sur l'agriculture, le tourisme, la chasse, la pêche et la protection de l'environnement
13. Mettre en œuvre le DOCOB



5. PRESENTATION GLOBALE DE LA ZSC FR9301595 « CRAU-CENTRALE – CRAU SECHE »

Toutes les données mentionnées dans les tableaux de cette partie sont issues du Formulaire Standard de Données (FSD) du site Natura 2000 considéré. Les FSD des sites Natura 2000 sont disponibles sur le site Internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 26/05/2026

Surface : 31 538 ha

Dates de désignation : 30/11/2004 (pSIC), 19/07/2006 (SIC) et 22/01/2010 (ZSC)

Mise à jour : 16/07/2021

État du DOCOB : Approuvé et animation (Ville de Saint-Martin de Crau)

5.1. Description du site

La Crau est une vaste plaine formée d'un épandage naturel de cailloutis grossiers, cimentés en un poudingue à quelques centimètres de profondeur.

La particularité du substrat, associée au climat local et à un pâturage ovin extensif multiséculaire, est à l'origine d'une végétation steppique unique en France, qui s'étend sur le "coussoul". Correspond à un sous type endémique de Crau (6220-5 cahier d'habitats / corine 34.512).

Sur les mêmes terrains, et à proximité des coussouls, des canaux réalisés dès le 16ème siècle amènent l'eau de la Durance et ses alluvions : les limons ont créé peu à peu un sol. C'est sur ce sol que pousse la prairie de Crau.

Accueillant le pâturage ovin d'hiver, complémentaire de celui des coussouls, les prairies, irriguées par submersion, assurent l'essentiel de l'alimentation de la nappe de Crau : les ripisylves des canaux et un réseau dense de haies ont créé un système bocager unique qui abrite une faune spécifique.

Le "coussoul" régresse au profit des cultures intensives. Celles-ci génèrent aussi une pollution de la nappe de Crau, pollution qui se manifeste par la rudéralisation de la végétation des "roubines". L'abandon du pâturage laisse par endroit la dynamique de la végétation s'exprimer, au détriment du coussoul.

De même, la prairie de Crau régresse sous la pression de l'arboriculture. Les travaux des scientifiques ont démontré les relations existantes entre la zone steppique de la Crau et la Crau des prairies. Cette interdépendance en ce qui concerne l'économie pastorale apparaît de plus en plus clairement en ce qui concerne les écosystèmes et l'avifaune. C'est donc l'ensemble de ces écosystèmes qui est fragilisé, et l'espace de la Crau doit être géré dans le cadre d'un plan global, intégrant coussouls et prairies, comme deux espaces complémentaires. La vulnérabilité du site est aussi liée aux extensions routières et industrielles, à l'urbanisation et aux extensions d'exploitations agricoles intensives.

5.2. Objectifs généraux de conservation

Les objectifs de conservation présentés ci-dessous sont communs avec la ZPS FR9310064 « Crau » :

- Préservation des habitats d'intérêt communautaire ;
- Préservation des espèces d'intérêt communautaire ;
- Maintien et pratique du pastoralisme en Crau ;
- Maintien de l'exploitation traditionnelle des prairies de foin ;
- Maintien des peuplements en insectes ;
- Maintien du réseau bocager ;
- Gestion de la fréquentation ;
- Réalisation d'études complémentaires ;
- Suivis et évaluation des prescriptions de gestion ;



- Suivi et maintien de la qualité de l'eau ;
- Création d'un élément structurant : veille et réseau ;
- Communication – sensibilisation – animation.

5.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000

Tableau 18. Habitats naturels d'intérêt communautaire (CDH1) – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara</i> spp.	3140	0,02	Significative	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Significative
Lacs eutrophes naturels avec végétation du <i>Magnopotamion</i> ou de l' <i>Hydrocharition</i>	3150	0,01	Significative	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Significative
Mares temporaires méditerranéennes	3170	0	Significative	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Significative
Parcours substeppiques de graminées et annuelles des <i>Thero-Brachypodietea</i>	6220	25,82	Excellente	$100 \geq p > 15 \%$	Excellente	Excellente
Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i>	6420	0,04	Significative	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Significative
Prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	6510	40,8	Excellente	$15\% \geq p > 2\%$	Excellente	Excellente
Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davallianae</i>	7210	0,01	Non Significative	-	-	-
Forêts-galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i>	92A0	0,66	Significative	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Significative
Galeries et fourrés riverains méridionaux (<i>Nerio-Tamaricetea</i> et <i>Securinegion tinctoriae</i>)	92D0	0	Non Significative	-	-	-
Forêts à <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus rotundifolia</i>	9340	3,5	Bonne	$2 \geq p > 0 \%$	Moyenne	Significative

*Habitats prioritaires : habitats en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation desquels l'Union européenne porte une responsabilité particulière.

Tableau 19. Espèces Natura 2000 (CDH2) – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
Invertébrés	Cordulie à corps fin (<i>Oxygastra curtisii</i>)	Sédentaire/Très rare	$2 \geq p > 0\%$	Moyenne / Réduit	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Agrion de Mercure (<i>Coenagrion mercuriale</i>)	Sédentaire/Commune	$2 \geq p > 0\%$	Bonne	Non isolée (aire de)	Bonne



Partie 1 : Etat initial

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolément	Globale
					répartition élargie	
	Lucane cerf-volant (<i>Lucanus cervus</i>)	Sédentaire/Rare	Non significative	-	-	-
	Grand Capricorne (<i>Cerambyx cerdo</i>)	Sédentaire/Raree	Non significative	-	-	-
Poissons	Blageon (<i>Telestes souffia</i>)	Sédentaire/Rare	2≥p>0%	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
Reptiles	Cistude d'Europe* (<i>Emys orbicularis</i>)	Sédentaire	2≥p>0%	Bonne	Non isolée en marge	Significative
Chiroptères	Petit Rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	Concentration / Très rare	2 ≥ p > 0 %	Moyenne / Réduite	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Concentration / Commune	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne
Chiroptères	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Concentration / Commune	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne
	Barbastelle d'Europe (<i>Barbastella barbastellus</i>)	Concentration / Rare	2 ≥ p > 0 %	Moyenne / Réduite	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Concentration / Rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative



Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolément	Globale
	Murin de Capaccini (<i>Myotis capaccini</i>)	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative
	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne

Légende

Statut biologique sur la ZSC :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles, C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

5.4. Autres espèces importantes de faune et de flore

Ces espèces sont mentionnées dans le FSD du site Natura 2000 FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche ». N'ayant pas justifié la désignation du site Natura 2000 FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche » (non inscrites à l'arrêté ministériel de création du site Natura 2000), ces espèces ne sont mentionnées ici qu'à titre indicatif et ne feront pas l'objet de l'évaluation des incidences.

Tableau 20. Autres espèces importantes – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »

Groupe biologique	Espèce	Motivation
Flore	Flûteau à feuilles de graminée (<i>Alisma gramineum</i>)	Autres raisons
	Doradille sagittée (<i>Asplenium sagittatum</i>)	Liste rouge nationale
	Gratiolle officinale (<i>Gratiola officinalis</i>)	Autres raisons
	Hélianthème à feuilles de marum (<i>Helianthemum marifolium</i>)	Autres raisons



Partie 1 : Etat initial

Groupe biologique	Espèce	Motivation
	Littorelle à une fleur (<i>Littorella uniflora</i>)	Autres raisons
	Salicaire à trois bractées (<i>Lythrum tribracteatum</i>)	Liste rouge nationale
	Vigne cultivée (<i>Vitis vinifera</i>)	Autres raisons
Invertébrés	Agrion bleuisant (<i>Coenagrion caerulescens</i>)	Autres raisons
	Gomphe à pattes jaunes (<i>Gomphus flavipes</i>)	Liste rouge nationale, conventions internationales
	Sympétrum du Piémont (<i>Sympetrum pedemontanum</i>)	Autres raisons
	Sympétrum déprimé (<i>Sympetrum depressiusculum</i>)	Autres raisons
	Magicienne dentelée (<i>Saga pedo</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
	Criquet de Crau (<i>Prionotropis rhodanica</i>)	Liste rouge nationale, espèce endémique
	Bupreste de Crau (<i>Acmaeodera perroti</i>)	Espèce endémique
Poissons	Anguille d'Europe (<i>Anguilla anguilla</i>)	liste rouge nationale, conventions internationales
Amphibiens	Triton palmé* (<i>Lissotriton helveticus</i>)	Autres raisons
	Pélobate cultripède* (<i>Pelobates cultripes</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
	Crapaud calamite* (<i>Epidalea calamita</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
	Rainette méridionale* (<i>Hyla meridionalis</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
Reptiles	Lézard ocellé* (<i>Timon lepidus</i>)	Autres raisons
	Lézard à deux raies* (<i>Lacerta bilineata</i>)	Annexe IV / autres raisons
	Lézard des murailles* (<i>Podarcis muralis</i>)	Annexe IV / liste rouge nationale, conventions internationales
	Couleuvre d'Esculape* (<i>Zamenis longissimus</i>)	Autres raisons
Oiseaux	Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	Autres raisons
Chiroptères	Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	Annexe IV / Conventions internationales
	Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)	Annexe IV / Conventions internationales
	Murin de Daubenton	Autres raisons



Groupe biologique	Espèce	Motivation
	<i>(Myotis daubentoni)</i>	
	Noctule de Leisler <i>(Nyctalus leisleri)</i>	Annexe IV / Conventions internationales
	Pipistrelle commune <i>(Pipistrellus pipistrellus)</i>	Annexe IV / Conventions internationales
	Pipistrelle de Nathusius <i>(Pipistrellus nathusii)</i>	Annexe IV / Conventions internationales
	Vespère de Savi <i>(Hypsugo savii)</i>	Annexe IV / Conventions internationales
	Oreillard gris <i>(Plecotus austriacus)</i>	Annexe IV / Conventions internationales
	Molosse de Cestoni <i>(Tadarida teniotis)</i>	Annexe IV / Conventions internationales
	Pipistrelle de Kuhl <i>(Pipistrellus kuhlii)</i>	Annexe IV / Conventions internationales

5.5. Objectifs généraux de conservation

- A. Communication - Sensibilisation – Animation
- B. Récolte et diffusion de l'information, Assistance
- C. Préservation des Habitats d'Intérêt Communautaire
- D. Préserver les espèces d'Intérêt Communautaire
- E. Maintien et pratique du pastoralisme en Crau
- F. Maintien de l'exploitation traditionnelle des prairies de foin
- G. Maintien des peuplements en insectes
- H. Mesures visant à maintenir le réseau bocager
- I. Gestion de la fréquentation
- J. Mesures concernant les chauves-souris
- K. Mesures palliatives
- L. Etudes complémentaires
- M. Suivis et évaluation des prescriptions de gestion
- N. Mesures concernant le suivi et le maintien de la qualité de l'eau
- O. Cohérence nationale, régionale, locale
- P. Création d'un élément structurant : veille et réseau
- Q. Mesures ayant trait à la zone d'influence



6. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZPS FR9312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 20/04/2026

Surface : 7 218 ha

Date de désignation : Premier arrêté ZPS le 30/11/2000 ; dernier arrêté ZPS le 04/07/2018

Mise à jour : 16/08/2017

État du DOCOB : Approuvé et animation (Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)

6.1. Objectifs généraux de conservation

Les 13 objectifs de conservation présentés ci-dessous sont communs avec la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

1. Maintenir et améliorer la qualité physico-chimique des eaux ;
2. Développer une gestion globale et concertée de la ressource en eau, à l'échelle des bassins versants ;
3. Préserver et si possible restaurer le fonctionnement hydrologique des habitats des zones humides (habitats et habitats d'espèces) ;
4. Préserver et entretenir la végétation des habitats ouverts et des habitats humides et encourager leur restauration ;
5. Favoriser l'expression de la biodiversité forestière ;
6. 6A. Maintenir et optimiser la richesse écologique et le rôle de corridor des ripisylves ;
7. 6B. Préserver la biodiversité liée aux canaux (milieux aquatiques et berges) ;
8. Limiter les impacts occasionnés par les espèces exogènes invasives dans le respect des habitats et des autres espèces ;
9. Maintenir et restaurer les connectivités des populations de vertébrés vulnérables et réduire leurs causes de mortalités ;
10. Maintenir des conditions d'accueil optimales pour les oiseaux d'eau
11. Maintenir les conditions nécessaires à l'accueil du vautour percnoptère et des autres rapaces charognards
12. Optimiser l'accueil des colonies de chiroptères
13. Développer un projet socio-économique rural et industriel durable s'appuyant notamment sur l'agriculture, le tourisme, la chasse, la pêche et la protection de l'environnement
14. Mettre en œuvre le DOCOB

6.2. Description du site

Vastes zones humides à l'interface entre la Camargue et la Crau. Mosaïque de milieux allant des plus salés (sansouïre) aux plus doux (phragmitaies). Certains sont représentatifs des milieux de la Camargue fluvio-lacustre, d'autres sont caractéristiques de la zone charnière entre la Camargue et la plaine steppique de la Crau. Vaste superficie de roselières. Le site fait partie du complexe humide de la Camargue et présente donc une forte richesse avifaunistique :

- Plus de 300 espèces d'oiseaux observées, dont plus de 60 espèces d'intérêt communautaire ;
- Une des seules populations naturelles d'Oie cendrée nichant en France ;
- Présence de toutes les espèces métropolitaines de hérons, formant d'importantes colonies et fréquentant l'ensemble du site pour s'alimenter ;



Partie 1 : Etat initial

- Présence de vastes roselières (environ 1 000 ha), permettant la nidification de diverses espèces paludicoles ;
- Jusqu'à 35 000 canards en hiver (soit près d'un quart des canards hivernants sur le delta de Camargue) ;
- Un site important pour la migration de nombreuses espèces, notamment des passereaux paludicoles.

Le site présente un intérêt d'ordre national à international pour une vingtaine d'espèces. Certaines espèces d'intérêt communautaire nichent hors périmètre mais fréquentent régulièrement le site pour s'alimenter : Circaète Jean-le-Blanc, Faucon crécerellette, Ganga cata, Grand-duc d'Europe. L'Alouette calandre semble avoir disparu du site comme nicheuse, la dernière observation datant de 1999 (1 à 3 couples sur le secteur ouest de Caban).

La vulnérabilité du site est liée à :

- Pollution des eaux et des sols (industries voisines, intrants agricoles, insecticides, plomb...).
- Expansion d'espèces végétales introduites : Jussies (*Ludwigia grandiflora*, *Ludwigia peploides*), Baccharis ou Sénéçon en arbre (*Baccharis hamillifolia*), Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*).
- Surfréquentation de certains secteurs sensibles.
- Du fait du caractère industriel à fort développement de ses abords (zone industrialo-portuaire de Fos), le site est concerné par divers aménagements existants ou en projet (canaux, voiries, lignes électriques, éoliennes, etc). Ces aménagements devront s'inscrire dans une logique de développement durable.

Tableau 21. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Butor étoilé (<i>Botaurus stellaris</i>)	Concentration (R) (20-65 m)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (100 -500 l)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (20 -65 m)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Blongios nain (<i>Ixobrychus minutus</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (5-30 m)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Bihoreau gris (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (25-312 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Crabier chevelu (<i>Ardeola ralloides</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (10-66 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Aigrette garzette (<i>Egretta garzetta</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (240 - 1100 l)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (100 – 560 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Héron pourpré (<i>Ardea purpurea</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (10-250 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Cigogne noire (<i>Ciconia nigra</i>)	Concentration (1 – 11 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Grand Aigrette (<i>Egretta alba</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Hivernage (P) (50 - 250 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Reproduction (60-90 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Cigogne blanche (<i>Ciconia ciconia</i>)	Concentration (C) (5-10 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (10-50 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (15-20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Ibis falcinelle (<i>Plegadis falcinellus</i>)	Concentration (100-300 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Hivernage (100-300 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Reproduction (0–12 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Spatule blanche (<i>Platalea leucorodia</i>)	Concentration (100-200 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1
	Hivernage (V) (0-1 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Flamant rose (<i>Phoenicopterus ruber</i>)	Concentration (3000 - 3000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (150 – 1500 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>)	Hivernage (0-5 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Bondrée apivore (<i>Pernis apivorus</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0–1 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Milan noir (<i>Milvus migrans</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (25–40 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Milan royal (<i>Milvus milvus</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (V)	Non significative	-	-	-	CDO1
Vautour percnoptère (<i>Neophron percnopterus</i>)	Concentration (C) (1-5 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Circaète Jean-le-Blanc (<i>Circaetus gallicus</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (4 -5 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Busard cendré	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
<i>(Circus pygargus)</i>						
Busard des roseaux <i>(Circus aeruginosus)</i>	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (50 - 200 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (10–20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Aigle criard <i>(Aquila clanga)</i>	Hivernage (1 - 4 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Aigle botté <i>(Aquila pennata)</i>	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (1 – 4 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Balbusard pêcheur <i>(Pandion haliaetus)</i>	Concentration (R) (1-5 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Faucon crécerellette <i>(Falco naumanni)</i>	Concentration (100 - 300 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Faucon kobez <i>(Falco vespertinus)</i>	Concentration (1– 10 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon émerillon <i>(Falco columbarius)</i>	Hivernage (0 - 2 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon d'Eléonore <i>(Falco eleonora)</i>	Concentration (0 - 5 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon pèlerin <i>(Falco peregrinus)</i>	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 - 2 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Marouette ponctuée <i>(Porzana porzana)</i>	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Marouette poussin <i>(Porzana parva)</i>	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Talève sultane <i>(Porphyrio porphyrio)</i>	Reproduction (1 – 5 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Outarde canepetière <i>(Tetrax tetrax)</i>	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Echasse blanche <i>(Himantopus himantopus)</i>	Concentration (100 – 800 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (10 -60 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Avocette élégante <i>(Recurvirostra avosetta)</i>	Concentration (R) (10 – 50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 – 5 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (R) (0 -22 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Œdicnème criard <i>(Burhinus oediconemus)</i>	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
	Reproduction (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
	(20 – 30 p)					
Glaréole à collier (<i>Glareola pratincola</i>)	Concentration (R) (0 – 11 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Marginale	Bonne	CDO1
Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	Concentration (C) (50 - 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Marginale	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 – 10 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0 -22 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Pluvier doré (<i>Pluvialis apricaria</i>)	Concentration (R) (100 - 200 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R) (100 - 200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Combattant varié (<i>Philomachus pugnax</i>)	Concentration (C) (100 - 300 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 - 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Chevalier sylvain (<i>Tringa glareola</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Mouette mélanocéphale (<i>Larus melanocephalus</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (0 – 613 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
Goéland railleur (<i>Larus genei</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Sterne hansel (<i>Gelochelidon nilotica</i>)	Concentration (10 – 200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Sterne caspienne (<i>Sterna caspia</i>)	Concentration (R) (10 – 50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolé	Moyenne	CDO1
Sterne caugek (<i>Sterna sandvicensis</i>)	Concentration (R) (1 – 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolé	Moyenne	CDO1
Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	Concentration (1 – 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Sterne naine (<i>Sternula albifrons</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0 - 1 p)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Guifette moustac (<i>Chlidonias hybridus</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Guifette noire (<i>Chlidonias niger</i>)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolé	Bonne	CDO1
Ganga cata (<i>Pterocles alchata</i>)	Concentration (100 - 200 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Marginale	Excellente	CDO1
Grand-duc d'Europe	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
<i>(Bubo bubo)</i>	(1 - 10 I)					
Hibou des marais <i>(Asio flammeus)</i>	Hivernage (V)	Non significative	-	-	-	CDO1
Martin-pêcheur d'Europe <i>(Alcedo atthis)</i>	Sédentaire (2 - 15 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolé	Excellente	CDO1
Rollier d'Europe <i>(Coracias garrulus)</i>	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (10 - 20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolé	Excellente	CDO1
Alouette calandre <i>(Melanocorypha calandra)</i>	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non isolé	Moyenne	CDO1
Alouette calandrelle <i>(Calandrella brachydactyla)</i>	Reproduction (1 - 6 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Pipit rousseline <i>(Anthus campestris)</i>	Reproduction (30 - 50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Gorgebleue à miroir <i>(Luscinia svecica)</i>	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1
	Hivernage (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1
Lusciniole à moustaches <i>(Acrocephalus melanopogon)</i>	Concentration (R)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (R)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (180 - 850 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Phragmite aquatique <i>(Acrocephalus paludicola)</i>	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Fauvette pitchou <i>(Sylvia undata)</i>	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pie-grièche écorcheur <i>(Lanius collurio)</i>	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Grèbe castagneux <i>(Tachybaptus ruficollis)</i>	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Grèbe huppé <i>(Podiceps cristatus)</i>	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Grèbe à cou noir <i>(Podiceps nigricollis)</i>	Hivernage (50 - 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Grand Cormoran <i>(Phalacrocorax carbo)</i>	Hivernage (50 - 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Héron garde-bœufs <i>(Bubulcus ibis)</i>	Concentration (C)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (1 000 - 4 500 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Reproduction (100 - 1 218 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Héron cendré <i>(Ardea cinerea)</i>	Sédentaire (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Cygne tuberculé <i>(Cygnus olor)</i>	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Canard siffleur	Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
<i>(Anas penelope)</i>	(0 – 30 I)					
Oie cendrée <i>(Anser anser)</i>	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Excellente	EMR
	Hivernage (500 – 1000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	EMR
	Reproduction (15 – 20 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	EMR
Tadorne de Belon <i>(Tadorna tadorna)</i>	Hivernage (100 – 300 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (10 – 50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Sarcelle d'hiver <i>(Anas crecca)</i>	Concentration (C)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (3000 – 15000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Canard chipeau <i>(Anas strepera)</i>	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (500 – 1000 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Reproduction (1 – 5 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Canard colvert <i>(Anas platyrhynchos)</i>	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (500 – 1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (25 – 30 Grille 1x1 km)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Canard pilet <i>(Anas acuta)</i>	Hivernage (10 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Sarcelle d'été <i>(Anas querquedula)</i>	Concentration (50 – 100 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Canard souchet <i>(Anas clypeata)</i>	Hivernage (300 – 1000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Fuligule milouin <i>(Aythya ferina)</i>	Hivernage (50 – 350 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Nette rousse <i>(Netta rufina)</i>	Concentration (C)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (1000 – 2000 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Reproduction (25 – 30 Grille 1x1 km)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Fuligule morillon <i>(Aythya fuligula)</i>	Hivernage (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Râle d'eau <i>(Rallus aquaticus)</i>	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Gallinule poule-d'eau <i>(Gallinula chloropus)</i>	Sédentaire (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Foulque macroule <i>(Fulica atra)</i>	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
	(500 – 1000 I)					
	Reproduction (C)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Huîtrier pie (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Concentration (1 – 10 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Petit Gravelot (<i>Charadrius dubius</i>)	Concentration (100 – 500 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grand Gravelot (<i>Charadrius hiaticula</i>)	Concentration (100 – 500 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Vanneau huppé (<i>Vanellus vanellus</i>)	Hivernage (500 – 1000 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécasseau minute (<i>Calidris minuta</i>)	Concentration (10 – 100 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Bécasseau de Temminck (<i>Calidris temminckii</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Bécasseau variable (<i>Calidris alpina</i>)	Concentration (10 – 100 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Bécassine sourde (<i>Lymnocyrtus minimus</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Bécassine des marais (<i>Gallinago gallinago</i>)	Hivernage (100 – 500 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Barge à queue noire (<i>Limosa limosa</i>)	Concentration (1000 – 6000 I)	$15\% \geq p > 2\%$	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Courlis corlieu (<i>Numenius phaeopus</i>)	Concentration (0 – 20 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Courlis cendré (<i>Numenius arquata</i>)	Concentration (50 – 100 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (10 – 20 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier arlequin (<i>Tringa erythropus</i>)	Concentration (50 – 100 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier gambette (<i>Tringa totanus</i>)	Concentration (10 – 50 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier aboyeur (<i>Tringa nebularia</i>)	Concentration (10 – 50 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Chevalier culblanc (<i>Tringa ochropus</i>)	Concentration (R)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (10 – 30 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Chevalier guignette (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (1 – 5 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Mouette rieuse (<i>Larus ridibundus</i>)	Concentration (C)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (C)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (0 -126 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Goéland leucophée	Concentration (C)	Non significative	-	-	-	EMR



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
<i>(Larus michaellis)</i>	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (C)	Non significative	-	-	-	EMR

Légende :**Statut biologique sur la ZPS :**

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

Critères justifiant la désignation de la ZPS :**CDO1** : Espèces inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux ; **EMR** : Espèces Migratrices Régulières**6.3. Autres espèces importantes d'oiseaux - ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône »**

Sur le FSD figurent plusieurs autres espèces classées comme « importantes ». Ces espèces ne figurent pas sur l'arrêté ministériel de création de la ZPS et n'ont donc pas justifié la désignation de la ZPS. Ces espèces ne feront donc pas l'objet d'une évaluation appropriée des incidences, cependant elles sont brièvement évoquées ici.

Nom	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Motivation
Rousserolle turdoïde (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	(4 - 13 Grille 1x1 km)	Liste rouge nationale
Chevêche d'Athéna (<i>Athene noctua</i>)	(1 – 5 p)	Conventions internationales
Coucou geai (<i>Clamator glandarius</i>)	(6 - 14 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Faucon hobereau (<i>Falco subbuteo</i>)	(1 - 4 p)	Conventions internationales
Cochevis huppé (<i>Galerida cristata</i>)	(5 - 13 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Locustelle lusciniôïde (<i>Luscinella luscinoides</i>)	Présente (50 - 70 m)	Liste rouge nationale
Guêpier d'Europe (<i>Merops apiaster</i>)	Commune (100 - 200 p)	Conventions internationales
Bruant proyer (<i>Miliaria calandra</i>)	(2 - 11 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Panure à moustaches (<i>Panurus biarmicus</i>)	(4 - 6 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Moineau friquet (<i>Passer montanus</i>)	(3 - 7 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Pic vert (<i>Picus viridis</i>)	(4 - 23 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	Rare (2 - 9 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Huppe fasciée (<i>Upupa epops</i>)	(1 - 10 Grille 1x1 km)	Conventions internationales

Légende :**Statut biologique sur la ZPS :**

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.



7. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZPS FR9310064 « CRAU »

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le 20/04/2026

Surface : 39 248 ha.

Date de désignation : ZPS : Premier arrêté : 30/11/1990, ZPS : Dernier arrêté : 03/09/2018

Mise à jour : 14/12/2017

État du DOCOB : : DOCOB approuvé en août 2002 et actualisé en 2016

7.1. Description du site

Dans le Sud de la France, juste à côté de la Camargue, se trouve un paysage surprenant en Europe : une plaine couverte de galets où ne pousse aucun arbre sur des milliers d'hectares. La chaleur et la sécheresse rappellent plutôt les bords du Sahara que les paysages typiques de la Provence. On se trouve dans l'une des dernières steppes d'Europe, delta fossile de la Durance. Une flore et une faune uniques en Europe, adaptée aux dures conditions de vie de ces régions, ont pu coloniser ce milieu hostile à la vie des hommes. Ceux-ci ont néanmoins trouvé un mode de vie adapté aux contraintes des steppes : le pastoralisme. La steppe de Crau, dite Crau sèche, est ceinturée par la Crau dite verte, formée principalement de prairies de fauche (irrigation gravitaire) et de diverses cultures (maraîchage, arboriculture). Certains secteurs sont pourvus d'un important maillage de haies.

Du fait de son avifaune exceptionnelle, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif, la Crau figure parmi les sites européens à préserver en priorité, au titre de la directive Oiseaux.

Plusieurs espèces nicheuses figurant à l'annexe I de la directive Oiseaux justifient la désignation de cette ZPS. Le Ganga cata maintient ici son unique population française. Le Faucon crécerellette et l'Alouette calandre, espèces menacées de disparition dans notre pays, concentrent en Crau l'essentiel de leur effectif national. En outre, la Crau accueille de 30 à 50% de la population nationale d'Outarde canepetière, et près de 10% de celles de l'Œdicnème criard et du Rollier d'Europe. D'autres espèces remarquables se reproduisent en Crau, telles que l'Alouette calandrelle (forte densité), le Pipit rousseline, le Coucou geai, la Pie-grièche méridionale, la Huppe fasciée, la Chevêche d'Athéna ou le Petit duc scops. Plusieurs espèces nichent à proximité mais fréquentent le site pour leur alimentation (Aigle de Bonelli, Circaète Jean-le-Blanc, Percnoptère d'Égypte, Grand-duc d'Europe, Héron garde-bœufs, etc.). Enfin, de nombreuses espèces d'oiseaux utilisent la Crau comme site d'hivernage (Aigle de Bonelli, Milan royal, Busard Saint-Martin, Faucons pèlerin et émerillon, Outarde canepetière, Pluvier doré, Mouette mélanocéphale, Vanneau huppé) ou d'étape (Faucon kobez, Circaète Jean-le-Blanc, Pluvier guignard, etc.).

La Glaréole à collier nichait autrefois en Crau (en 1975) mais a aujourd'hui disparu. La Pie-grièche à poitrine rose a quasiment disparu et ne se reproduit en Crau que de façon très exceptionnelle (1 couple observé en 2005).

La préservation de l'avifaune patrimoniale de Crau dépend étroitement du maintien d'une agriculture respectueuse de l'environnement, notamment de l'élevage ovin (pastoralisme) et de la culture du foin de Crau.

7.2. Objectifs généraux de conservation

Les objectifs de conservation présentés ci-dessous sont communs avec la ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche » :

- Préservation des habitats d'intérêt communautaire.
- Préservation des espèces d'intérêt communautaire.
- Maintien et pratique du pastoralisme en Crau.
- Maintien de l'exploitation traditionnelle des prairies de foin.
- Maintien des peuplements en insectes.
- Maintien du réseau bocager.
- Gestion de la fréquentation.



- Réalisation d'études complémentaires (chiroptères, etc.).
- Suivis et évaluation des prescriptions de gestion.
- Suivi et maintien de la qualité de l'eau.
- Création d'un élément structurant : veille et réseau.
- Communication – sensibilisation – animation

7.3. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9310064 « Crau »

Tableau 22. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9310064 « Crau »

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Butor étoilé (<i>Botaurus stellaris</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Blongios nain (<i>Ixobrychus minutus</i>)	Reproduction (0-3 m)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Bihoreau gris (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	Concentration (10-20 l)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Crabier chevelu (<i>Ardeola ralloides</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Aigrette garzette (<i>Egretta garzetta</i>)	Concentration (50-200 l)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Grande Aigrette (<i>Ardea alba</i>)	Hivernage (10-40 l)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Héron pourpré (<i>Ardea purpurea</i>)	Reproduction (0-12 p)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Cigogne blanche (<i>Ciconia ciconia</i>)	Concentration (50-100 l)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R) (10-20 l)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (3-6 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Ibis falcinelle (<i>Plegadis falcinellus</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>)	Hivernage	Non significative	-	-	-	CDO1
Bondrée apivore (<i>Pernis apivorus</i>)	Concentration (C)	Non significative	-	-	-	CDO1
Milan noir (<i>Milvus migrans</i>)	Concentration (100-500 l)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (50-100 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Milan royal (<i>Milvus milvus</i>)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (80-200 l)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolément	Globale	
Percnoptère d'Égypte (<i>Neophron percnopterus</i>)	Concentration (10-15 l)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1
Circaète Jean-le-Blanc (<i>Circaetus gallicus</i>)	Concentration (50-100 l)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0-2 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Busard des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (1-3 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Busard cendré (<i>Circus pygargus</i>)	Concentration (20-25 l)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
	Reproduction (V) (0-1 p)	Non significative	-	-	-	CDO1
Aigle de Bonelli (<i>Aquila fasciata</i>)	Concentration (1-5 l)	$15\% \geq p > 2\%$	Excellente	Marginale	Moyenne	CDO1
	Hivernage (1-5 l)	$15\% \geq p > 2\%$	Excellente	Marginale	Moyenne	CDO1
Balbusard pêcheur (<i>Pandion haliaetus</i>)	Concentration (V) (1-5 l)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon crécerellette (<i>Falco naumanni</i>)	Reproduction (150-200 p)	$100\% \geq p > 15\%$	Excellente	Isolée	Excellente	CDO1
Faucon kobez (<i>Falco vespertinus</i>)	Concentration (25-100 l)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Isolée	Bonne	CDO1
Faucon émerillon (<i>Falco columbarius</i>)	Concentration (R)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Moyenne	CDO1
	Hivernage (R)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Faucon pèlerin (<i>Falco peregrinus</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (1-10 l)	Non significative	-	-	-	CDO1
Outarde canepetière (<i>Tetrax tetrax</i>)	Hivernage (1700-2300 l)	$100\% \geq p > 15\%$	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Sédentaire (1000-1500 m)	$100\% \geq p > 15\%$	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Œdicnème criard (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Reproduction (700-800 p)	$15\% \geq p > 2\%$	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Pluvier guignard (<i>Charadrius morinellus</i>)	Concentration (10-100 l)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Pluvier doré (<i>Pluvialis apricaria</i>)	Concentration (100-500 l)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (50-200 i)	$2\% \geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Chevalier sylvain	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolément	Globale	
<i>(Tringa glareola)</i>	(10-100 I)					
Mouette mélanocéphale <i>(Larus melanocephalus)</i>	Hivernage (1000-2000 I)	15% $\geq p > 2\%$	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Ganga cata <i>(Pterocles alchata)</i>	Sédentaire (100-150 p)	100% $\geq p > 15\%$	Excellente	Isolée	Excellente	CDO1
Grand-duc d'Europe <i>(Bubo bubo)</i>	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Martin-pêcheur d'Europe <i>(Alcedo atthis)</i>	Sédentaire (2-5 p)	2% $\geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Rollier d'Europe <i>(Coracias garrulus)</i>	Reproduction (100-130 p)	15% $\geq p > 2\%$	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Alouette calandre <i>(Melanocorypha calandra)</i>	Sédentaire (100-160 p)	100% $\geq p > 15\%$	Bonne	Isolée	Excellente	CDO1
Alouette calandrelle <i>(Calandrella brachydactyla)</i>	Reproduction (500-1000 p)	100% $\geq p > 15\%$	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Alouette lulu <i>(Lullula arborea)</i>	Sédentaire (1-10 p)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pipit rousseline <i>(Anthus campestris)</i>	Reproduction (100-200 p)	2% $\geq p > 0\%$	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Fauvette pitchou <i>(Sylvia undata)</i>	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (R) (1 - 3 Grille 1x1 km)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pie-grièche écorcheur <i>(Lanius collurio)</i>	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pie-grièche à poitrine rose <i>(Lanius minor)</i>	Concentration (V)	Non significative	-	-	-	CDO1
Grèbe castagneux <i>(Tachybaptus ruficollis)</i>	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (10-20 p)	2% $\geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grèbe huppé <i>(Podiceps cristatus)</i>	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (5-10 p)	2% $\geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grèbe à cou noir <i>(Podiceps nigricollis)</i>	Hivernage (R) (5-10 I)	2% $\geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grand Cormoran <i>(Phalacrocorax carbo)</i>	Hivernage (100-400 I)	2% $\geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Héron garde-bœufs <i>(Bubulcus ibis)</i>	Concentration (C)	2% $\geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (C)	2% $\geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Héron cendré <i>(Ardea cinerea)</i>	Sédentaire (5-10 p)	Non significative	-	-	-	EMR
Cygne tuberculé <i>(Cygnus olor)</i>	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Tadorne de Belon <i>(Tadorna tadorna)</i>	Reproduction	Non significative	-	-	-	EMR



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Canard siffleur (<i>Anas penelope</i>)	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Canard souchet (<i>Anas clypeata</i>)	Concentration (50-200 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Canard chipeau (<i>Anas strepera</i>)	Concentration (50-200 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
	Reproduction (0-5 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Sarcelle d'hiver (<i>Anas crecca</i>)	Hivernage (10-30 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Canard colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)	Concentration (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (20-50 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Nette rousse (<i>Netta rufina</i>)	Hivernage (500-1000 I)	$15\% \geq p > 2\%$	Bonne	Marginale	Bonne	EMR
	Reproduction (3-6 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Marginale	Bonne	EMR
Fuligule milouin (<i>Aythya ferina</i>)	Hivernage (500-1000 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>)	Hivernage (50-100 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Râle d'eau (<i>Rallus aquaticus</i>)	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (1-5 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Gallinule poule-d'eau (<i>Gallinula chloropus</i>)	Sédentaire (10-50 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Foulque macroule (<i>Fulica atra</i>)	Hivernage (1 000 - 2 000 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (10-50 p)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Petit Gravelot (<i>Charadrius dubius</i>)	Concentration (1-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Vanneau huppé (<i>Vanellus vanellus</i>)	Concentration (1000-3000 i)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (500-1000 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécassine des marais (<i>Gallinago gallinago</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (10-50 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Bécasse des bois (<i>Scolopax rusticola</i>)	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Courlis corlieu (<i>Numenius phaeopus</i>)	Concentration (1-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolément	Globale	
Courlis cendré (<i>Numenius arquata</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Chevalier cul-blanc (<i>Tringa ochropus</i>)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (5-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Chevalier guignette (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Concentration (1-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Mouette rieuse (<i>Larus ridibundus</i>)	Concentration (C) Alimentation sur le site	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (C) (1000-3000 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Goéland cendré (<i>Larus canus</i>)	Hivernage (50-100 I)	$2\% \geq p > 0\%$	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Goéland brun (<i>Larus fuscus</i>)	Hivernage (V) (1-20 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Goéland leucopée (<i>Larus michahellis</i>)	Concentration (C)	$2\% \geq p > 0\%$	Moyenne	Non-isolée	Moyenne	EMR
	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR

Légende :

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

Critères justifiant la désignation de la ZPS :

CDO1 : Espèces inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux ; **EMR** : Espèces Migratrices Régulières

7.4. Autres espèces importantes d'oiseaux - ZPS FR9310064 « Crau »

Sur le Formulaire Standard de Données figurent d'autres espèces classées comme « importantes ». Ces espèces ne figurent pas sur l'arrêté ministériel de création de la ZPS et n'ont donc pas justifié la désignation de la ZPS FR9310064 « Crau ». Ces espèces ne feront donc pas l'objet d'une évaluation appropriée des incidences, cependant elles sont brièvement évoquées ici.

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Motivation
Rousserolle turdoïde (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	Présente (5-10 m)	Liste rouge nationale
Chevêche d'Athéna (<i>Athene noctua</i>)	Présente (150-250 p)	Convention internationale
Linotte mélodieuse (<i>Carduelis cannabina</i>)	(1 - 9 Grille 1x1 km)	Liste rouge nationale
Coucou geai (<i>Clamator glandarius</i>)	Rare (10-20 p)	Convention internationale
Caille des blés (<i>Coturnix coturnix</i>)	(8 - 20 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Cochevis huppé (<i>Galerida cristata</i>)	Présente (100-200 p)	Convention internationale
Pie-grièche méridionale (<i>Lanius meridionalis</i>)	Présente (50-60 p)	Liste rouge nationale, Convention internationale
Pie-grièche à tête rousse (<i>Lanius senator</i>)	(2 - 9 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Guêpier d'Europe (<i>Merops apiaster</i>)	Présente (10-20 p)	Convention internationale
Bruant proyer (<i>Miliaria calandra</i>)	(36 - 87 Grille 1x1 km)	Convention internationale



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Motivation
Traquet motteux (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	(4 - 6 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Petit-duc scops (<i>Otus scops</i>)	Présente (20-30 p)	Convention internationale
Moineau friquet (<i>Passer montanus</i>)	(5 - 10 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Pic vert (<i>Picus viridis</i>)	Commune (23 - 106 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	(16 - 41 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Huppe fasciée (<i>Upupa epops</i>)	Commune (55 - 96 Grille 1x1 km)	Convention internationale

Légende :

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

8. RESULTAT DES INVENTAIRES

8.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude se situe sur la commune de Fos-sur-Mer, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans un contexte industrialo-portuaire et côtier, au niveau de la zone industrielle située entre les darses n°1 et n°2.

Elle couvre des habitats marqués par les activités humaines et par la création des darses. Le terrain, essentiellement plat, est plus ou moins connecté aux nappes phréatiques et au golfe de Fos, ce qui crée différents gradients de salinité ainsi qu'un étagement de la végétation. Bien que l'ensemble de la zone ait autrefois été lié au fonctionnement du golfe de Fos ainsi qu'aux dynamiques lagunaires et dunaires, seules les zones les plus basses et les plus proches des eaux salées libres demeurent aujourd'hui fortement connectées aux apports marins. Ce sont ces secteurs qui conservent certaines caractéristiques des milieux anciennement présents dans le secteur.

En effet, bien que les terrains aient été remaniés lors de la création des darses dans les années 1960-1970, les apports en eau salée provenant du golfe de Fos ont permis le développement d'une végétation spécialisée et structurante, formant des habitats de sansouïres, de steppes à saladelles ou encore de marais salés. Ces habitats à enjeu, parfois d'intérêt communautaire, laissent progressivement place à des habitats secondaires plus ou moins rudéralisés, tels que des fourrés à tamaris ou des bosquets de pins d'Alep sur les zones les plus élevées.

La zone d'étude comprend principalement des habitats rudéralisés : routes, voies ferrées, sites industriels en activité et zones de stockage de matériel.

La zone sud est particulièrement impactée par les activités anthropiques. Les bosquets de pins présents au nord de cette zone ont tous été débroussaillés et, à l'est, se trouve le site industriel anciennement 'Ascométal. Les secteurs les plus naturels se situent au sud, avec quelques prairies à joncs ainsi que des boisements de peupliers blancs et de tamaris, dont les contours sont délimités par des zones de remblai et par la présence de routes. Ces boisements ne présentent pas un état de conservation favorable en raison de la présence d'espèces exotiques végétales envahissantes (EVEE), telles que l'olivier de Bohême. Cette zone présente peu de points de connectivité avec les habitats environnants pour la faune, en raison des routes situées à l'est, des zones grillagées et du site industriel au nord, ainsi que de la présence d'une roubine au sud de la zone d'étude, ne comportant que deux points de franchissement.

La zone d'étude nord comporte davantage d'habitats naturels, mais sa connectivité avec les habitats alentour reste fortement réduite par la présence d'un merlon sableux bordant l'ensemble de la zone, ainsi que par la présence de conduites à l'ouest et de voies ferrées à l'est. L'ensemble de cette zone, principalement composé de tamaris entrelacés de pelouses sablonneuses, est colonisé par une espèce exotique végétale envahissante : l'herbe de la pampa.



Bosquet débroussaillé



Prairie à joncs

Partie 1 : Etat initial



Pelouse psammophile



Zone de remblais



Boisement de tamaris et de peupliers blancs



Zone colonisée par l'herbe de la pampa

8.2. Habitats naturels

8.2.1. Habitats Natura 2000 (CDH1)



Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)

Code EUNIS	A2.522	Code EUR28	1410
Code CORINE biotopes	15.5	Autre(s) statut (s)	-
			
M. CHAMBOULEYRON, 14/10/2008, Fos-sur-Mer (13)		M. BOUCAUD, 29/10/2024, Fos-sur-Mer (13)	

Description et répartition dans la zone d'étude

Cortège végétal associé : *Juncus maritimus*; *Juncus acutus*; *Lagurus ovatus* ; *Limbarda crithmoides*

Rattachement phytosociologique possible : Alliance du *Juncion maritimi*

Menace(s) : Aménagements, gestion hydraulique

État de conservation : Favorable

Localisation : Très dispersées à l'échelle de la zone d'étude, elles se situent principalement au sud de la zone d'étude, bordées par des boisements.

Connectivité avec habitats similaires hors ZE : Connectivité modérée en raison de la présence d'habitats similaires aux alentours, mais fortement morcelée.



Galleries et fourrés riverains méridionaux (*Nerio-Tamaricetea* et *Securinegion tinctoriae*)

Code EUNIS	F9.3131	Code EUR28	92D0
Code CORINE biotopes	44.813	Autre(s) statut (s)	-
			
M. CHAMBOULEYRON, 14/10/2008, Fos-sur-Mer (13)		M. BOUCAUD, 29/10/2024, Fos-sur-Mer (13)	

Description et répartition dans la zone d'étude

Cortège végétal associé : *Tamarix gallica*, *Juncus maritimus*, *Scirpoides holoschenus*, *Lagurus ovatus*, *Helichrysum stoechas*, *Limbarda crithmoides*

Rattachement phytosociologique possible : Classe du *Nerio-Tamariceteae*

Menace(s) : Urbanisation, développement des EEE

État de conservation : Favorable à défavorable en raison de la présence des EEE

Localisation : Bien représenté au sud de la zone d'étude, parfois en mosaïque avec des peuplier blanc et noir

Connectivité avec habitats similaires hors ZE : Connectivité modérée en raison de la présence d'habitats similaires aux alentours, mais fortement morcelée.



Forêts galeries à *Salix alba* et *Populus alba*

Code EUNIS

G1.31

Code EUR28

92A0

Code CORINE biotopes

44.61

Autre(s) statut (s)

-



G.COUEON, 16/03/2026, Fos-sur-Mer (13)



G.COUEON, 16/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

Description et répartition dans la zone d'étude

Cortège végétal associé : *Populus alba*, *Populus nigra*, *Tamarix gallica*

Rattachement phytosociologique possible : Alliance du Populion albae

Menace(s) : Urbanisation, développement des EEE

État de conservation : Favorable à défavorable en raison de la présence des EEE

Localisation : Bien représenté au sud de la zone d'étude, parfois en mosaïque avec des Tamaris

Connectivité avec habitats similaires hors ZE : Connectivité modérée en raison de la présence d'habitats similaires aux alentours, mais fortement morcelée.

**8.2.2. Bilan concernant les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)**

44 habitats naturels ont été identifiés parmi lesquels 3 sont d'intérêt communautaire.

Tableau 23. Habitats naturels Natura 2000 présents dans la zone d'étude

Type d'habitat	Code EUR28	Typicité	Surface [ha] au sein de la zone d'emprise du projet	Surface relative/ Site N2000 (habitat zone d'emprise du projet/ habitat ZSC «Rhône aval») (Uniquement si à l'intérieur du site)	Surface relative/ Site N2000 (habitat zone d'emprise du projet/ habitat ZSC «Marais de la vallée des baux et marais d'arles») (Uniquement si à l'intérieur du site)	Surface relative/ Site N2000 (habitat zone d'emprise du projet/ habitat ZSC «Crau centrale - Crau sèche») (Uniquement si à l'intérieur du site)
Prés-salés méditerranéens (<i>Juncetalia maritimi</i>)	1410	Moyenne	0,61	0% (hors ZSC)	0% (hors ZSC)	-
Galleries et fourrés riverains méridionaux (Nerio-Tamaricetea et Securinegion tinctoriae)	92D0	Moyenne	5,48	0% (hors ZSC)	-	0% (hors ZSC)
Forêts galleries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i>	92A0	Moyenne	0,7352	0% (hors ZSC)	0% (hors ZSC)	0% (hors ZSC)

**Habitat prioritaire : habitat en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation duquel l'Union européenne porte une responsabilité particulière.*



8.3. Flore

8.3.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce Natura 2000 n'a été avérée ou jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.

8.3.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Scammonée de Montpellier* (<i>Cynanchum acutum</i>)	Fourré à tamaris	Fort	Forte	Fort
Saladelle dure (<i>Limonium duriusculum</i>)	Bande sableuse, plage	Fort	Forte	Fort
Avellinie fausse fétuque (<i>Avellinia michelii</i>)	Pelouses sableuses à Armoise et fruticées	Modéré	Modérée	Modéré
Canne de Ravenne (<i>Tripidium ravennae</i>)	Friche sablonneuse	Modéré	Modérée	Modéré
Rostraire du littoral (<i>Rostraria pubescens</i>)	Pelouses sableuses à Armoise, pelouses rudéralisées	Modéré	Modérée	Modéré
Blackstonie non perfolié (<i>Blackstonia imperfoliata</i>)	Pelouses sableuses à Armoise, pelouses rudéralisées	Faible	Faible	Faible

8.3.3. Bilan concernant la flore Natura 2000 (CDH2)

Tableau 24. Flore Natura 2000 avérée et potentielle dans la zone d'étude

Espèce concernée	Présence		Taille de la population concernée	% par rapport à la population de la ZSC «Rhône aval»	% par rapport à la population de la ZSC «Marais de la vallée des baux et marais d'Arles»	% par rapport à la population de la ZSC «Crau centrale - Crau sèche »	Liste rouge FRANCE	Liste rouge PACA
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet						
Aucune espèce de la flore Natura 2000 n'a été avérée ou jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.								



8.4. Invertébrés

Aucune espèce d'invertébrés inscrite dans la directive européenne « habitats-faune-flore » n'a été avérée dans la zone d'étude. En sus, aucune n'est jugée fortement potentielle.

■ Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

➤ Grand Capricorne (*Cerambyx cerdo*) ; NI2, CDH2, CDH4, IBE2

Le Grand Capricorne est un coléoptère saproxylique de la famille des Cerambycidae. Xylophage, la larve de ce Coléoptère se nourrit du bois dépourissant ou encore en bonne santé de divers feuillus. Les œufs sont déposés en été, isolément dans les anfractuosités et dans les blessures des arbres. Le développement de l'espèce s'échelonne en général sur trois ans. Une fois sortis, les adultes ont une activité principalement crépusculaire et nocturne. Cette espèce protégée et d'intérêt communautaire affectionne les peuplements de chênes. De tels milieux naturels ne sont pas présents sur la zone d'étude, l'espèce y est considérée comme absente.

➤ Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*) ; NI3, CDH2, IBE2

L'Agrion de Mercure est une petite demoiselle bleue qui vit dans les cours d'eau permanents de faible importance (canaux, ruisseaux et rivières). Il apprécie les eaux claires, oxygénées, ensoleillées, envahies de végétaux et le plus souvent en terrain calcaire, de la plaine jusqu'en moyenne montagne. Comme la majorité des odonates, l'Agrion de Mercure est sensible aux perturbations liées à la structure de son habitat et à la durée d'ensoleillement. De plus, il se montre exigeant vis-à-vis de la qualité de l'eau (oxygénation, faible pollution). De tels milieux naturels ne sont pas présents sur la zone d'étude, l'espèce y est considérée comme absente.

➤ Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) ; NI2, IBE2, CDH2 et CDH4

L'essentiel des populations de cette libellule se concentre en Europe occidentale. La Cordulie à corps fin fréquente les cours d'eau non pollués et bordés d'arbres. Ses larves vivent au fond de l'eau, cachées parmi les débris végétaux. Cependant, aucun cours d'eau ne parcourt la zone d'étude, l'espèce y est jugée absente.

➤ Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia provincialis*) ; NI3, CDH2

Cette sous-espèce méridionale du Damier de la Succise peuple les pelouses sèches, les friches et les garrigues. Sa répartition est de type liguro-provençale. La plante hôte préférentielle de sa chenille est la Céphalaire blanche (*Cephalaria leucantha*). L'espèce a fait l'objet de recherches ciblées mais aucun pied de Céphalaire blanche n'a été avérée. Le Damier de la Succise est jugé absent de la zone d'étude en l'absence d'habitat naturel favorable à l'espèce.

➤ Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) ; CDH2, IBE3

Le Lucane cerf-volant est un coléoptère saproxylique d'intérêt communautaire présent sur l'ensemble du territoire en France, plus localisé dans le Nord. L'espèce affectionne les boisements de feuillus et arbres isolés en décomposition mais se développe préférentiellement dans le chêne et peut également se trouver sur d'autres essences (Châtaignier, le Cerisier, etc).

Aucun habitat vraiment favorable à l'espèce n'est présent dans la zone d'étude actuelle. Le Lucane cerf-volant n'est par ailleurs pas connu de la Camargue littorale (SILENE). Il est donc considéré absent de la zone d'étude.

■ Cas particulier

➤ Ecaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*), CDH2

Concernant plus particulièrement l'écaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*), ECO-MED tient à préciser que malgré son statut particulier, l'Ecaille chinée est très commune sur l'ensemble du territoire français et n'est nullement en danger. Son inscription à l'annexe II de la directive Habitats résulte d'une erreur. C'est uniquement la sous-espèce *E. quadripunctaria rhodosensis* (endémique de Rhodes) qui, à l'origine, devait être inscrite. L'espèce est principalement liée à des milieux de lisières mésophiles voire parfois hygrophiles, elle démontre cependant aussi



un comportement ubiquiste. Elle est commune en France, et notamment en région PACA. Elle ne sera ainsi pas traitée dans l'évaluation des incidences du projet.

8.4.1. Autres espèces avérées ou potentielles à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

- **Leste à grands stigmas** (*Lestes macrostigma*) à ELC très fort
- **Hespérie de la Ballote** (*Muschampia baeticus*) à ELC fort
- **Grillon maritime** (*Pseudomogoplistes squamiger*) à ELC fort
- **Sphinx de l'Argousier*** (*Hyles hippophaes*), espèce potentielle à ELC fort
- **Criquet des dunes** (*Calephorus compressicornis*) espèce potentielle à ELC modéré
- **Caloptène occitan** (*Calliptamus wattenwylanus*) espèce potentielle à ELC modéré
- **Ædipode occitane** (*Ædipoda charpentieri*), espèce potentielle à ELC modéré
- **Decticelle à serpe** (*Platycleis falx*), espèce potentielle à ELC modéré
- **Anomala ausonia**, espèce potentielle à ELC modéré.

8.4.2. Bilan concernant les invertébrés Natura 2000 (CDH2)

Tableau 25. Invertébrés Natura 2000 avérés et potentiels dans la zone d'étude

Espèce concernée	Présence		Taille de la population concernée	% par rapport à la population de la ZSC «Rhône aval»	% par rapport à la population de la ZSC «Marais de la vallée des baux et marais d'arles»	% par rapport à la population de la ZSC «Crau centrale - Crau sèche »	Liste rouge FRANCE	Liste rouge PACA
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet						
Aucune espèce d'invertébrés de la directive « habitat faune flore » n'est concernée par le projet								



8.5. Poissons

La zone de projet n'est pas concernée par les milieux aquatiques à peuplement piscicole. Ce groupe ne sera donc pas soumis à l'évaluation d'incidence Natura 2000.

8.6. Amphibiens

8.6.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibien listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

■ Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

➤ Triton palmé (*Lissotriton helveticus*) ; FRAR3, IBE3

Le Triton palmé est connu sur la commune de Fos-sur-Mer, avec des données aux alentours d'ArcelorMittal et de la Feuillane. D'après la bibliographie consultée, l'espèce n'a jamais été observée au sein du Môle central. La zone d'étude ne présentant aucun milieu propice à son cycle de vie, le Triton palmé n'est donc pas considéré comme potentiel au sein de cette dernière.

8.6.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

➤ Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*) ; FRAR2, IBE3

Deux mâles chanteurs avaient été contactés par Evinerude en 2025 et des têtards ont été observés lors des inventaires menés par ECO-MED en 2026, attestant de la reproduction du Pélodyte ponctué au sein de la zone d'étude. Cette dernière présente en effet de nombreux habitats aquatiques temporaires, favorables à l'espèce.

En phase terrestre, le Pélodyte ponctué fréquente préférentiellement les habitats ouverts à semi-ouverts situés à proximité des sites de reproduction.

➤ Grenouille du complexe Pérez/Graf (*Pelophylax perezii/grafi*) ; FRAR3, IBE3, CDH5 (*P. perezii*)

La reproduction de l'espèce au sein de la zone d'étude avait été confirmée lors des inventaires menés par Naturalia en 2019 et 2021. Des individus de grenouille verte ont également été observés lors des prospections menées par ECO-MED en 2026, sans pour autant pouvoir déterminer si ces dernières appartiennent au complexe Pérez/Graf ou à l'espèce *ridibundus*.

La zone d'étude comporte des habitats aquatiques favorables à la reproduction de l'espèce (canaux, points d'eau végétalisés, etc.), entourés par des habitats ouverts à semi-ouverts propices à la phase terrestre.

8.6.3. Bilan concernant les amphibiens Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibien listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.



8.7. Reptiles

8.7.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptile listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

■ Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

➤ Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) ; FRAR2, IBE2, CDH2, CDH4

La Cistude d'Europe est connue de la commune de Fos-sur-Mer et est bien présente dans le secteur de la zone d'étude, notamment au niveau du Tonkin et de l'Audience. Toutefois, l'espèce n'a jamais été observée au sein de secteur du quai minéralier. La zone d'étude ne comportant pas d'habitats favorable à son cycle de vie, la Cistude n'y est donc pas considérée comme potentielle.

8.7.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

➤ Couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus*) ; FRAR32, IBE32

Plusieurs individus ont été observés dans et à proximité de la zone d'étude au cours des différents inventaires menés entre 2019 et 2026.

Cette espèce affectionne les habitats ouverts à semi-ouverts thermophiles tels que les pelouses, les friches, les fourrés, etc.

Elle peut réaliser l'intégralité de son cycle biologique au sein de la zone d'étude.

8.7.3. Bilan concernant les reptiles Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptile listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.



8.8. Oiseaux

8.8.1. Espèces Natura 2000 (CDO1 et EMR)

■ Espèces avérées



Bondrée apivore (*Pernis apivorus* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheuse paléarctique, la Bondrée apivore est une espèce migratrice qui hiverne en Afrique.		
Répartition française	La Bondrée se reproduit dans la majeure partie de la France, excepté le bassin méditerranéen et la Corse.		
Habitats d'espèce, écologie	Plutôt forestière, elle niche toutefois souvent à proximité de zones ouvertes, dans lesquelles elle recherche les hyménoptères dont elle se nourrit presque exclusivement.		
Menaces	La destruction de son habitat (bocage notamment) et l'utilisation non raisonnée d'insecticides pourraient avoir des conséquences à long terme sur la Bondrée apivore.		



P. DEVOUCOUX, 18/05/2018, Saint-Hippolyte-du-Fort (30)

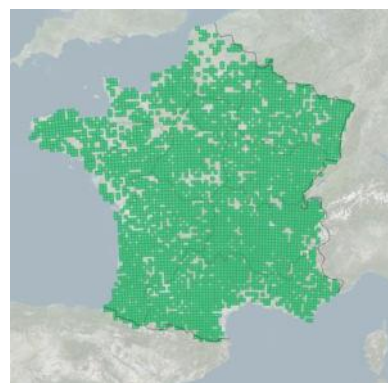
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Localement, la Bondrée apivore est contactée ponctuellement. Cette espèce est migratrice en France, elle n'est présente qu'en période de nidification.

Dans la zone d'étude :

La Bondrée apivore a été contactée en septembre 2024 par le bureau d'étude Evinerude. L'espèce n'est pas nicheuse localement, elle peut cependant pendant ses déplacements migratoires utiliser les différents milieux de la zone d'étude pour ses recherches alimentaires ou pour ses phases de repos.



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Modéré



Busard des roseaux (*Circus aeruginosus* (Linnaeus, 1758))

Protection	NO3	UICN France	NT
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	EN
Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, il hiverne en Afrique et en Inde, mais les populations d'Europe de l'Ouest sont sédentaires.		
Répartition française	Il niche essentiellement dans le nord et l'est de la France, sur la côte Atlantique, le long du couloir Rhodanien et sur les côtes méditerranéennes.		
Habitats d'espèce, écologie	Inféodé aux roselières, il niche directement sur le sol et se nourrit de petits mammifères, d'oiseaux et de batraciens.		
Menaces	La principale menace est la régression de son habitat (zones humides et roselières).		



V. GAILLY, 11/2025, Oman

Contexte local



Partie 1 : Etat initial

Dans le secteur d'étude :

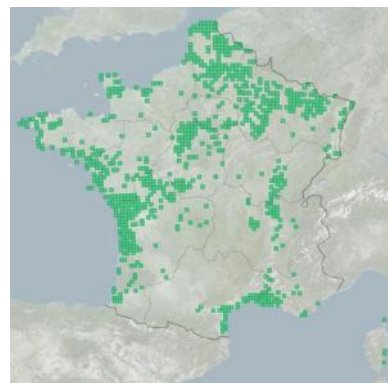
Le Busard des roseaux est nicheur sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

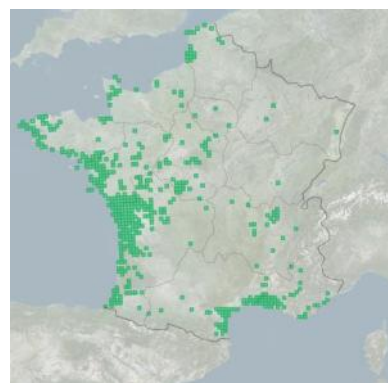
L'espèce a été observé en vol au-dessus de la zone d'étude.

La zone d'étude recèle des milieux ouverts et semi-ouverts favorables aux quêtes alimentaires de ce rapace. Notons également que les milieux littoraux sont également propices à la chasse de cette espèce affectionnant les zones humides. Toutefois, les individus de Busard des roseaux contactés dans la zone d'étude semblent privilégier la chasse du Lapin de garenne, espèce de mammifère très abondante in situ.

Notons que le fuseau d'étude ne recèle pas d'habitats favorables à la nidification du Busard des roseaux.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort



Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus* (Linné, 1766))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut(s)	CD01, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	-
Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, les populations nordiques sont migratrices, tandis que celles d'Europe de l'Ouest sont partiellement sédentaires. Les individus migrateurs hivernent jusqu'en Afrique équatoriale.		
Répartition française	Le Busard Saint-Martin occupe la plupart des régions de France mais ne semble pas nicher en région PACA.		
Habitats d'espèce, écologie	Son habitat se compose de landes et prairies. Il a récemment colonisé les milieux agricoles et les friches. L'espèce niche au sol.		
Menaces	La régression des habitats de reproduction naturels et la diminution des disponibilités alimentaires sont les principales menaces.		



J-M. SALLES, 02/09/2007, Bromont (63)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

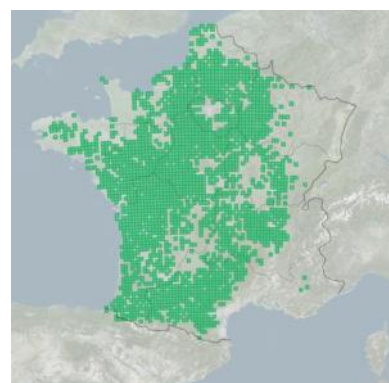
Plusieurs données de Busard Saint-Martin sont avérées sur la commune de Fos-sur-Mer (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

Le Busard Saint-Martin a été observé en affut au nord de la zone d'étude.

La zone d'étude recèle des milieux ouverts et semi-ouverts favorables aux quêtes alimentaires de ce rapace.

Notons que le fuseau d'étude ne recèle pas d'habitats favorables à la nidification du Busard Saint-Martin.

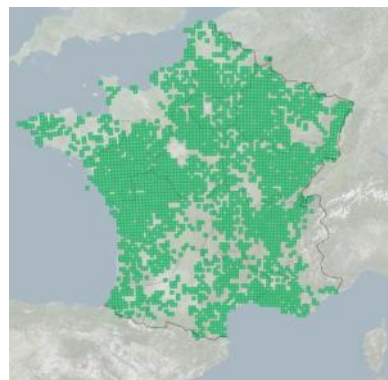


Aire de reproduction française



Partie 1 : Etat initial

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Modéré



Aire d'hivernage française



Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	NT
Autre(s) statut (s)	IBO2, IBE2	Liste Rouge PACA	VU
Répartition mondiale	Nicheur paléarctique et migrateur strict, il occupe le sud de l'Eurasie ainsi que l'Afrique et l'Océanie en hiver.		
Répartition française	La population nicheuse se situe principalement dans la moitié Est de la France mais également le long des Pyrénées.		
Habitats d'espèce, écologie	L'espèce niche essentiellement dans la végétation herbacée rivulaire des lacs, gravières et surtout le long des rivières, lesquelles se situent généralement en moyenne montagne et plus rarement en plaine.		
Menaces	L'aménagement et la rectification des cours d'eau, leur canalisation, la création de barrages, la destruction d'îlots et le dérangement anthropique durant la reproduction.		



V. GAILLY, 11/2025, Oman

Contexte local

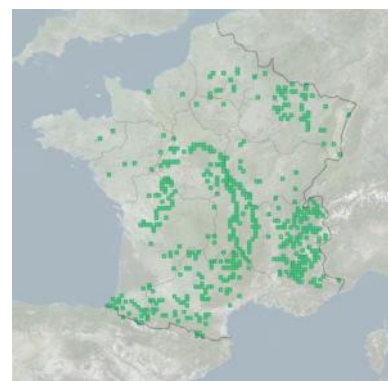
Dans le secteur d'étude :

Plusieurs données confirment la présence du Chevalier guignette sur la commune de Fos-sur-mer (13) (Faune-France.org).

Dans la zone d'étude :

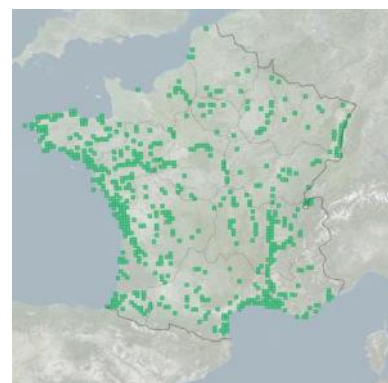
Plusieurs individus de Chevalier guignette ont été contactés sur les rives de la darse n°1.

Présent dans le secteur d'étude uniquement lors de ses haltes migratoires, ce limicole exploite les rives des zones humides concernées par la zone étudiée exclusivement lors de ses quêtes alimentaires.



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Modéré





Goéland leucophée (*Larus michahellis* (Naumann, 1840))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	Liste Rouge PACA	LC
<i>Répartition mondiale</i>	L'aire de reproduction du Goéland leucophée englobe l'ensemble du bassin méditerranéen, le littoral atlantique depuis le golfe de Gascogne jusqu'au sud de Maroc, et les îles de Macaronésie.		
<i>Répartition française</i>	L'espèce est essentiellement présente sur l'ensemble des départements de la côte méditerranéenne, qui abrite près de 99 % de la population nationale.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	C'est un oiseau marin colonial qui niche au sol sur les côtes et îles rocheuses, et de plus en plus à l'intérieur des terres, notamment en ville, sur les bâtiments.		
<i>Menaces</i>	C'est une espèce opportuniste qui est en forte expansion, et dont le statut de protection n'est absolument pas défavorable.		



P. DEVOUCOUX, 06/04/2019, Montpellier (34)

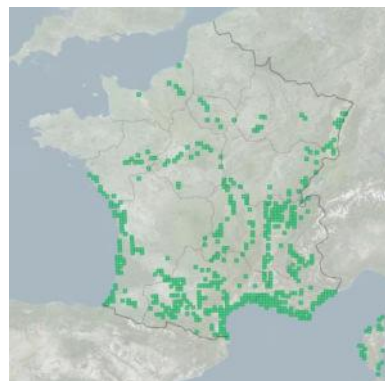
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

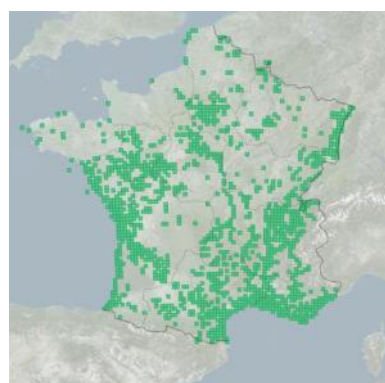
Le Goéland leucophée est nicheur sur la commune de Fos-sur-Mer (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente toute l'année.

Dans la zone d'étude :

Espèce très commune localement, observée uniquement en survol
L'espèce est contactée à plusieurs reprises en alimentation et en reposoir sur les bords de la darse n°1 ainsi que dans les canaux alentours.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Très faible



Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	Liste Rouge PACA	NT
<i>Répartition mondiale</i>	Le Grand Cormoran a une répartition mondiale, excluant l'Amérique du Sud et l'Antarctique.		
<i>Répartition française</i>	L'espèce niche surtout sur le littoral, mais aussi dans les zones humides intérieures. En hiver, la France accueille un		



Partie 1 : Etat initial

afflux d'oiseaux en provenance d'Europe centrale et parfois d'Europe du Nord.

Habitats d'espèce, écologie

Ichtyophage, le Grand Cormoran se rencontre sur tous les types d'eaux libres, littorales ou eaux douces.

Menaces

Le dérangement sur les sites de reproduction est la principale menace qui pèse sur l'espèce.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

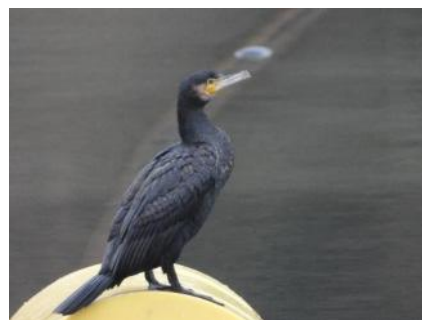
Le Grand Cormoran est nicheur localement (Faune-France). Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente toute l'année.

Dans la zone d'étude :

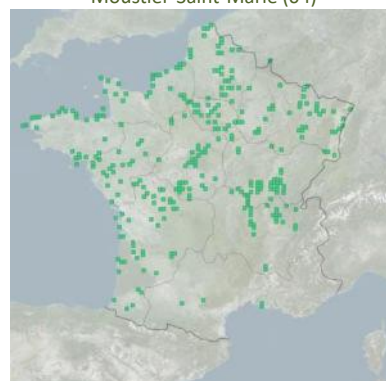
L'espèce a été contactée à de nombreuses reprises en repos ou en alimentation dans le secteur de la darse n°1.

Présent dans le secteur d'étude essentiellement durant la période internuptiale, cette espèce exploite les zones d'eau libre de la darse n°1.

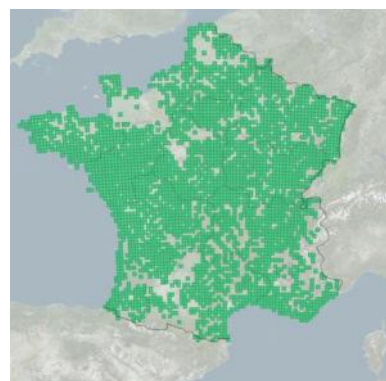
Notons également que la zone d'étude ne recèle pas d'habitats favorables à la nidification de cette espèce.



V.GAILLY, 06/12/2024,
Moustier-Saint-Marie (04)



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Faible



Héron cendré (*Ardea cinerea* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheur de l'Ancien Monde, il est partiellement sédentaire en Europe.		
Répartition française	Dans le territoire, l'espèce est principalement absente des régions montagneuses, du nord-ouest ainsi qu'en Corse.		
Habitats d'espèce, écologie	C'est un oiseau d'eau piscivore, nichant en colonie dans les arbres et arbustes au sein des zones humides.		
Menaces	La principale menace concerne quelques cas de destruction directe d'individus notamment aux abords des piscicultures.		

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Le Héron cendré est bien représenté sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

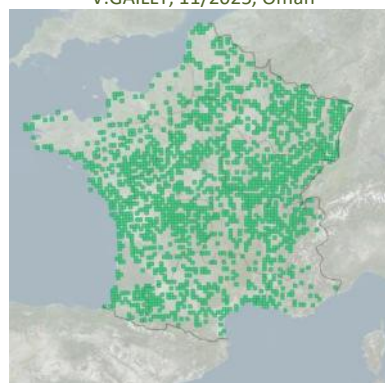
Dans la zone d'étude :

L'espèce est contactée à plusieurs reprises en alimentation sur les bords de la darse n°1 ainsi que dans les canaux alentours.

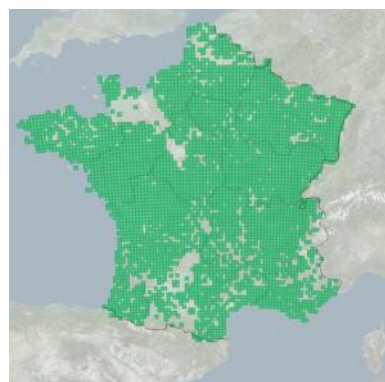
Les zones humides du secteur d'étude sont utilisées et favorables aux recherches alimentaires de l'espèce sans pour autant constituer un grand intérêt pour cette dernière. Toutefois, les zones étudiées ne recèlent pas d'habitats favorables à la nidification de cet ardeidé.



V.GAILLY, 11/2025, Oman



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Faible



Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheur holarctique partiellement sédentaire, la France représente cependant la limite septentrionale de son aire de répartition.		
Répartition française	En France, sa répartition concerne la quasi-totalité des zones humides de la façade atlantique, de l'intérieur des terres ainsi que du littoral méditerranéen.		



Partie 1 : Etat initial

<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Oiseau d'eau colonial arboricole, le Héron garde-bœufs fréquente de préférence les zones humides et les secteurs pâturés même si ces derniers se situent en zone aride.
<i>Menaces</i>	La dégradation des zones humides, la réduction de l'élevage et des zones pâturées ainsi que les mauvaises conditions météorologiques sont les principales menaces.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Le Héron Garde-Bœufs est fréquemment observé sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

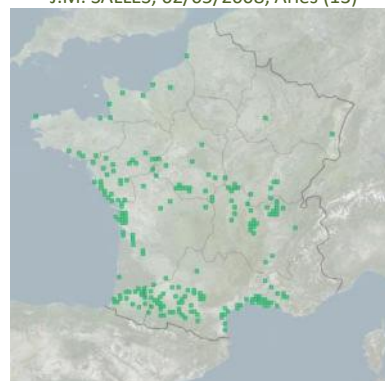
Plusieurs individus de Héron garde-bœufs ont été contacté en vol, au-dessus de la zone d'étude et à ses abords.

L'espèce est susceptible de trouver dans la zone d'étude, des milieux ouverts favorables à ses recherches alimentaires sans pour autant constituer un grand intérêt.

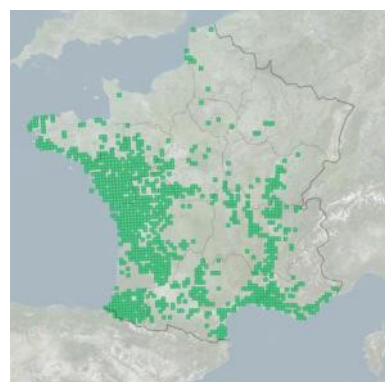
Néanmoins, cette dernière ne recèle pas d'habitats favorables à la nidification de cet ardeidé.



J.M. SALLES, 02/05/2008, Arles (13)



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Faible



Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus* (Linné, 1758))

Protection	-	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	Liste Rouge PACA	CR
<i>Répartition mondiale</i>	Espèce nicheuse de l'Ancien Monde et d'une partie de l'Océanie, l'Huîtrier pie est un oiseau d'eau migrateur.		
<i>Répartition française</i>	En France, l'Huîtrier pie se reproduit principalement en Bretagne et en Normandie et il ne compte que quelques dizaines de couples pour les autres régions.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	L'Huîtrier pie est un oiseau typique des rivages marins. Il affectionne les îlots, les hauts de plage ainsi que la périphérie des lagunes méditerranéennes pour nicher.		
<i>Menaces</i>	La raréfaction de la ressource alimentaire ainsi que le dérangement des couples nicheurs sont les principales menaces.		

Contexte local



P. DEVOUCOUX, 13/05/2019, Saintes-Maries-de-la-Mer (13)

Dans le secteur d'étude :

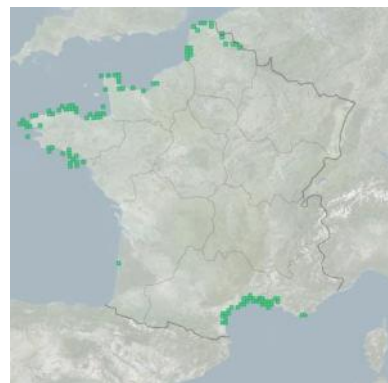
Quelques données d'Huîtrier pie confirment sa reproduction sur la commune de Fos-sur-Mer. Elle niche sur des bancs de sable et/ou galets présents au bord de l'eau. L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

Inféodé aux milieux littoraux, plusieurs individus d'Huîtrier pie ont été contactés sur les rives de la darse n°1.

Les comportements territoriaux des individus observés traduisent une reproduction possible sur les rives de la darse. D'après la bibliographie consultée (source : PGEN d'ArcelorMittal 2013-2017), 1 à 3 couples se reproduiraient localement.

Au regard de ces éléments, les milieux littoraux qui bordent la darse n°1 et qui sont concernés par la zone d'étude sont inclus au sein du domaine vital d'un couple d'Huîtrier pie. Notons que ces habitats sont également propices aux recherches alimentaires de ce limicole.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré



Martin-pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	VU
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, le Martin-pêcheur d'Europe est présent toute l'année en Europe, mais on observe des mouvements d'individus en hiver.		
Répartition française	En France, il est présent dans la plupart des départements excepté dans les secteurs d'altitude (Alpes, Pyrénées et Corse notamment).		
Habitats d'espèce, écologie	Piscivore, l'espèce fréquente différents types de zones humides (rivières, étangs, etc.). Il creuse une cavité dans les berges meubles pour y établir son nid.		
Menaces	L'artificialisation des berges des cours d'eau et la pollution de ces derniers ont un impact négatif sur l'espèce.		



S. CABOT, 11/11/2014, Arles (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

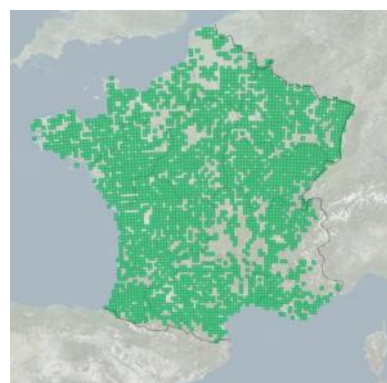
Le Martin-pêcheur d'Europe est bien représenté en PACA, de nombreuses données confirment sa présence sur la commune de Fos-sur-mer (13) (Faune-France.org).

Dans la zone d'étude :

L'espèce a été contacté à plusieurs reprises durant les inventaires aussi bien en période inter-nuptiale qu'en période de reproduction, à l'affut au niveau de la Darse n°1.

Malgré des recherches ciblées, aucun indice de nidification de l'espèce dans la zone d'étude n'a pu être apporté.

L'espèce semble exploiter les zones humides du secteur d'étude uniquement lors de ses recherches alimentaires.

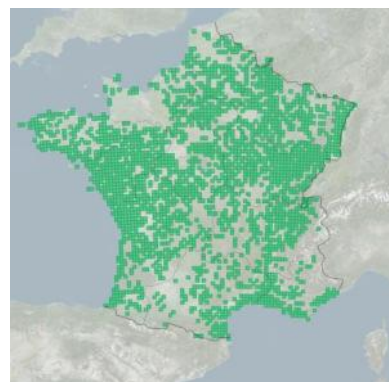


Aire de reproduction française



Partie 1 : Etat initial

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Modéré



Aire d'hivernage française



Milan noir (*Milvus migrans* (Boddaert, 1783))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheur de l'Ancien Monde et de l'Océanie, c'est, en Europe, un migrateur qui hiverne en Afrique.		
Répartition française	Dans le territoire, l'espèce est principalement absente des régions du nord, du nord-ouest ainsi qu'en Corse.		
Habitats d'espèce, écologie	Nécrophage et opportuniste, il niche dans les grands arbres, souvent à proximité de l'eau (ripisylves).		
Menaces	Dégradation, voire régression de ses milieux de prédilection, principalement les zones humides.		

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Localement le Milan noir est considéré comme nicheur. Fos-sur-Mer y accueille de nombreux couples. L'espèce est migratrice en France, elle n'y est présente qu'en période de reproduction.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus de Milan noir ont été régulièrement observés au cours des inventaires de mars et avril 2026.

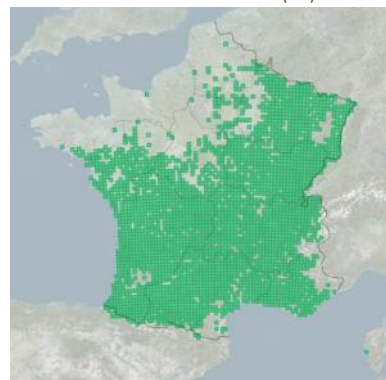
La présence de l'espèce est également soulignée au cours des inventaires historiques menés au sein des zones étudiées.

Cette espèce opportuniste exploite l'intégralité des zones naturelles étudiées au cours de ses recherches alimentaires.

Plusieurs couples se reproduisent à la faveur des boisements de peupliers observés à l'ouest de la zone d'étude.

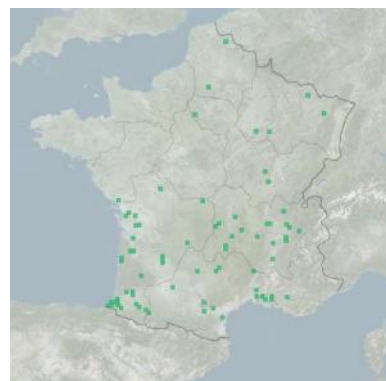


V.GAILLY, 02/06/2023,
Saint-Martin-de-Crau (13)



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Faible



Aire d'hivernage française



Mouette mélanocéphale (*Ichthyæetus melanocephalus* (Temminck, 1820))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBO2, IBE2	Liste Rouge PACA	VU
<i>Répartition mondiale</i>	Nicheuse ouest-paléarctique, c'est une espèce principalement pélagique en hiver.		
<i>Répartition française</i>	En France, l'espèce niche essentiellement sur le littoral, en Camargue, dans l'Hérault, le Pas-de-Calais et en Vendée.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Cette espèce niche sur des îlots de végétation au sein de zones humides. Elle s'alimente essentiellement dans les prairies humides (Crau), les marais d'eau douce et les zones cultivées en période de reproduction.		
<i>Menaces</i>	La régression des zones humides et la concurrence avec le Goéland leucophaea sur les sites de nidification sont les principales menaces qui pèsent sur l'espèce.		



S. CABOT, 22/06/2014, Arles (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

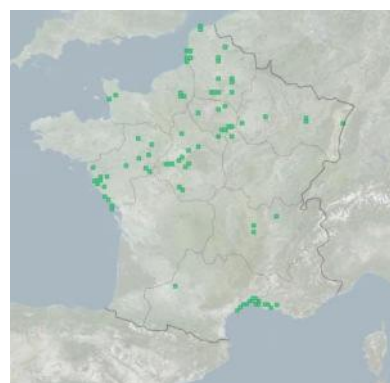
La Mouette mélanocéphale est bien présente sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

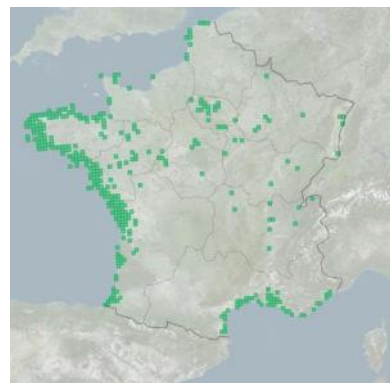
L'espèce a été observé au-dessus de la zone d'étude. Elle est susceptible de chasser au sein de la Darse 1, mais pas dans la zone d'étude, non favorable à sa prospection alimentaire.

L'espèce n'est pas connue nicheuse localement et les colonies de reproduction les plus proches se situent sur les salins de Berre ou en Camargue.

La zone d'étude ne présente que très peu d'habitats favorables à la présence de l'espèce, celle-ci ne revêt donc pas une haute importance pour celle-ci.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Nulle	Fort



Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus* (Linné, 1766))

Protection	NO3	UICN France	NT
Autre(s) statut (s)	IBE3	Liste Rouge PACA	VU
<i>Répartition mondiale</i>	Son aire de répartition s'étend du Paléarctique et de la Sibérie orientale en période de reproduction jusqu'à l'Afrique et l'Asie tropicale en période d'hivernage.		
<i>Répartition française</i>	La population nicheuse est surtout concentrée dans la moitié nord de la France alors qu'en saison inter-nuptiale, les effectifs se concentrent dans les régions côtières de l'ouest et du sud de notre pays.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Inféodée aux zones humides, elle se reproduit en colonies dans la végétation palustre ou au sein d'îlots végétalisés.		



A. REBOUL, 27/11/2022, Arles (13)



Partie 1 : Etat initial

Menaces La régression des zones humides, la prédation, le dérangement et la dégradation des ressources alimentaires.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

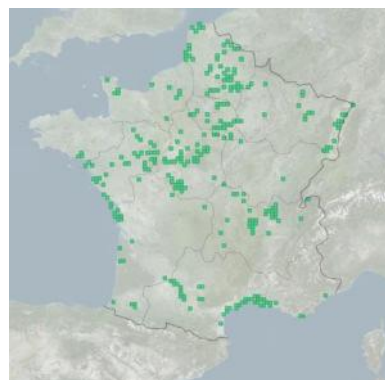
La Mouette rieuse est bien présente sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

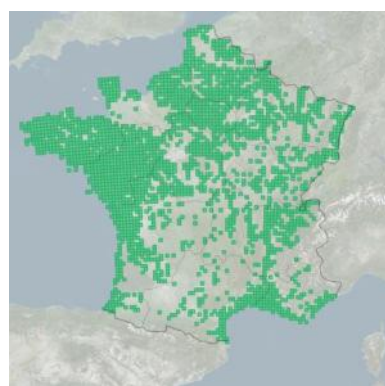
L'espèce a été observé au-dessus de la zone d'étude. Elle est susceptible de chasser au sein de la Darse 1, mais pas dans la zone d'étude, non favorable à sa prospection alimentaire.

L'espèce n'est pas connue nicheuse localement et les colonies de reproduction les plus proches se situent sur les salins de Berre ou en Camargue.

La zone d'étude ne présente que très peu d'habitats favorables à la présence de l'espèce, celle-ci ne revêt donc pas d'importance pour celle-ci.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Nulle	Modéré



Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheur de l'Ancien Monde, les populations françaises hivernent principalement en Afrique.		
Répartition française	L'espèce se reproduit principalement dans le centre et l'ouest de la France ainsi qu'en région méditerranéenne.		
Habitats d'espèce, écologie	Il affectionne les milieux cultivés mais également les zones steppiques et les autres milieux à végétation rase.		
Menaces	L'intensification agricole et la raréfaction du pastoralisme engendrent une diminution des habitats favorables à l'espèce.		

Contexte local



V.GAILLY, 21/05/2023, Fos-sur-Mer (13)

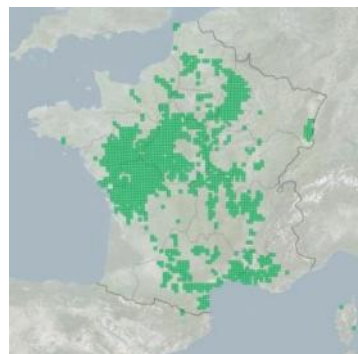
**Dans le secteur d'étude :**

L'Œdicnème criard est réparti de manière discontinue dans toute la France. L'espèce est bien représentée en PACA et plusieurs données confirment sa présence en nidification à Fos-sur-Mer (Faune-France.org). Dans ce secteur, elle se reproduit principalement dans les milieux ouverts rocailleux avec peu de végétation. Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

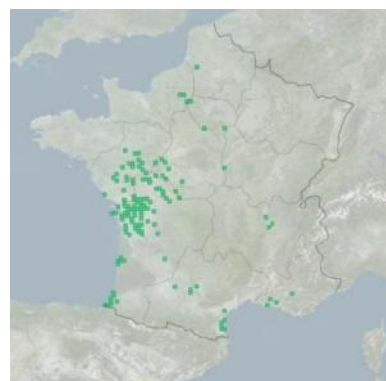
Dans la zone d'étude :

A l'instar des observations historiques plusieurs individus d'Œdicnème criard ont été contactés au sein de la zone étudiée durant les inventaires de mars et avril 2026. L'ensemble des zones ouvertes imbriquées en mosaïque au sein d'une matrice arbustive sont exploitées par l'espèce.

Au regard des observations, 3 couples sont jugés potentiellement nicheurs sur la zone d'étude dans laquelle ils trouvent des habitats favorables à leurs recherches alimentaires et à leur nidification.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré

**Rollier d'Europe (*Coracias garrulus* (Linné, 1758))**

Protection	NO3	UICN France	NT
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	NT
Répartition mondiale	De répartition paléarctique, le Rollier d'Europe est un migrateur strict qui hiverne en Afrique.		
Répartition française	Localisé essentiellement sur la frange littorale méditerranéenne.		
Habitats d'espèce, écologie	Insectivore, il niche dans les cavités naturelles ou creusées par le Pic vert (<i>Picus viridis</i>), généralement dans de grands arbres.		
Menaces	L'utilisation de produits phytosanitaires et la raréfaction des arbres creux qu'il utilise pour se reproduire.		



S. CABOT, 10/05/2015, Istres (13)

Contexte local**Dans le secteur d'étude :**

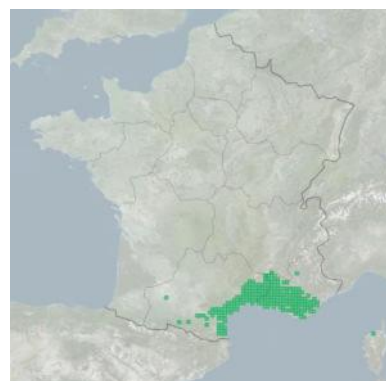
Le Rollier d'Europe est confirmé nicheur sur la commune de Fos-sur-Mer (13). Cette espèce est migratrice en France, elle n'y est présente qu'en période de nidification.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus de Rollier d'Europe ont été observés localement.

Les milieux composés principalement de Peupliers, présentant des sujets matures avec des cavités sont favorables à la nidification de cette espèce cavicole. Plusieurs secteurs présentant ces caractéristiques ont été observés au niveau de la zone projet, principalement dans la zone naturelle à l'ouest de la zone d'étude.

L'ensemble des milieux ouverts présents localement est susceptible de convenir aux recherches alimentaires de cette espèce macro-insectivore.



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Forte	Fort

**Sterne hansel** (*Gelochelidon nilotica* (Gmelin, 1789))

Protection	NO3	UICN France	VU
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBO2, IBE2	Liste Rouge PACA	EN
<i>Répartition mondiale</i>	Nicheuse paléarctique, l'espèce est migratrice et hiverne en Afrique subsaharienne.		
<i>Répartition française</i>	En France, l'espèce niche exclusivement sur le littoral méditerranéen.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Coloniale, l'espèce s'installe dans les zones de végétation rase ou dénudées des îlots sableux. Elle se nourrit d'une large gamme de vertébrés et d'invertébrés qu'elle capture le plus souvent au sol dans divers types d'habitats.		
<i>Menaces</i>	Les principales menaces sont la dégradation des sites de reproduction, la compétition avec le Goéland leucophaea sur les sites de nidification et le dérangement.		



S. CABOT, 05/07/2014, Arles (13)

Contexte local**Dans le secteur d'étude :**

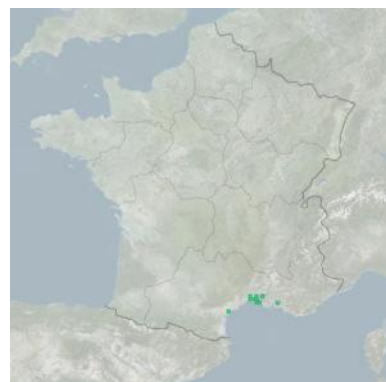
Localement, l'espèce est bien représentée dans la plaine de la Crau.

Dans la zone d'étude :

Quelques individus ont été observés en transit au-dessus de la zone d'étude.

L'espèce n'est pas connue nicheuse localement.

La zone d'étude ne présente pas d'habitats favorables à la présence de l'espèce, celle-ci ne revêt donc pas d'importance pour celle-ci.



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Nulle	Fort

**Sterne naine** (*Sternula albifrons* (Pallas, 1764))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	Liste Rouge PACA	EN
<i>Répartition mondiale</i>	La Sterne naine se répartit de manière localisée et morcelée, de l'Europe de l'Ouest jusqu'en Asie septentrionale, en Indonésie et en Afrique.		
<i>Répartition française</i>	Migratrice, sa distribution est limitée au cours de la Loire et au littoral méditerranéen.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	L'espèce niche en colonies au sol sur le littoral et le long des cours d'eau, généralement au sein d'îlots ceinturés d'eau.		
<i>Menaces</i>	La Sterne naine est principalement menacée par le dérangement d'origine humaine sur ses sites de reproduction ou encore par la compétition interspécifique notamment avec les goélands.		



S. CABOT, 13/07/2016, Berre-l'Etang (13)

Contexte local



Partie 1 : Etat initial

Dans le secteur d'étude :

Localement, l'espèce est bien représentée dans la plaine de la Crau principalement lors de ses haltes migratoires. Elle ne s'y reproduit que très rarement.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus ont été observé en alimentation au sein de la darse n°1, mais pas dans la zone d'étude, non favorable à sa prospection alimentaire.

L'espèce n'est pas connue nicheuse localement et les colonies de reproduction les plus proches se situent sur les salins de Berre ou en Camargue.

La zone d'étude ne présente que très peu d'habitats favorables à la présence de l'espèce, celle-ci ne revêt donc pas une d'importance pour celle-ci.



Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Nulle	Fort



Sterne pierregarin (*Sterna hirundo* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBO2, IBE2	Liste Rouge PACA	VU
Répartition mondiale	Espèce holarctique, la Sterne pierregarin est très largement répartie dans le monde.		
Répartition française	L'espèce se reproduit principalement le long du littoral atlantique, du littoral méditerranéen et à l'intérieur des terres notamment le long des fleuves et rivières.		
Habitats d'espèce, écologie	Coloniale, la Sterne pierregarin est inféodée au milieu aquatique. Elle niche au sol, généralement au sein d'un îlot situé dans le lit des cours d'eau.		
Menaces	Le dérangement sur les sites de reproduction, ainsi que la diminution et disparition des sites de nidification.		



A. REBOUL, 30/06/2020, La Palme (11)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

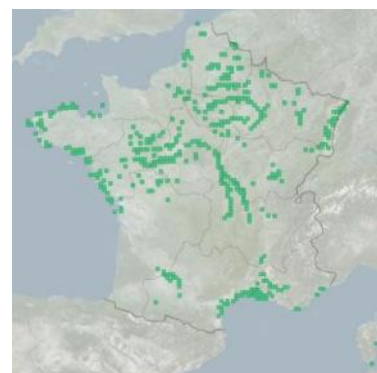
La Sterne pierregarin est localement présente sur la commune de Fos-sur-Mer (13). Cette espèce est migratrice en France, elle n'y est présente qu'en période de reproduction.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus ont été observé en transit au-dessus de la zone d'étude, elle peut s'alimenter au sein de la darse n°1, mais pas dans la zone d'étude, non favorable à sa prospection alimentaire.

L'espèce n'est pas connue nicheuse localement et les colonies de reproduction les plus proches se situent sur les salins de Berre ou en Camargue.

La zone d'étude ne présente pas d'habitats favorables à la présence de l'espèce.

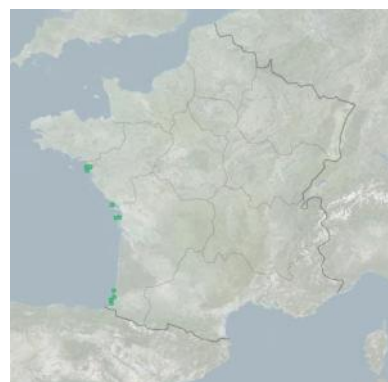


Aire de reproduction française



Partie 1 : Etat initial

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Nulle	Fort



Aire d'hivernage française



Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna* (Linné, 1758))

Protection	NO3	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	IBO2, IBE2	Liste Rouge PACA	LC
Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, il est essentiellement sédentaire.		
Répartition française	En période de reproduction, il occupe de manière quasi continue le littoral, du Nord au bassin d'Arcachon, ainsi que les zones humides littorales méditerranéennes.		
Habitats d'espèce, écologie	Il niche dans les zones humides côtières tels que les dunes, îles et îlots. Le nid est généralement établi en situation cavernicole, dans des terriers de lapins abandonnés.		
Menaces	Les principales menaces sont la dégradation des zones humides, des lagunes et des milieux littoraux ainsi que le dérangement en période de reproduction.		



S. CABOT, 12/04/2016,
Berre-l'Etang (13)

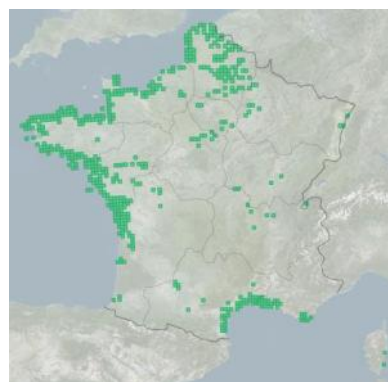
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Localement, le Tadorne de Belon est bien représenté à Fos-sur-Mer (Faune-France.org). Il utilise les nombreuses garennes formées dans le sol sableux pour y installer son nid. L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus de Tadorne de Belon ont été observés volant au-dessus de la zone d'étude durant les inventaires en mars et avril 2026. Durant cette période de l'année, l'espèce recherche des cavités au sein des milieux ouverts et/ou semi-ouverts afin de pouvoir y établir son nid à l'abri des prédateurs. La plupart du temps, le Tadorne de Belon utilise les terriers de Lapin de garenne comme site de nidification.



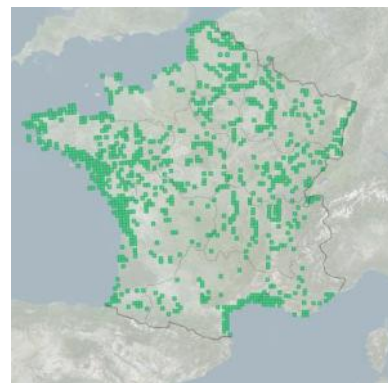
Aire de reproduction française



Partie 1 : Etat initial

Au regard de l'occurrence des observations réalisées, de l'abondance des garennes et des observations réalisées, la nidification de cette espèce sur cette zone d'étude est jugée probable.

Notons que le Tadorne de Belon exploite les milieux aquatiques alentours pour ses recherches alimentaires.



Aire d'hivernage française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Modéré

■ Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

8.8.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Il s'agit d'espèce figurant comme autres espèces importantes dans le FSD du site.

Tableau 26. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude	Commentaire
Coucou geai* (<i>Clamator glandarius</i>)	Milieux semi-ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré	L'espèce est historiquement contactée dans le secteur d'étude. Elle a également été contactée à deux reprises durant les inventaires en mars et avril 2026. De nombreux couples de Pie bavarde sont présents dans les secteurs arbustifs, aussi n'est-il pas étonnant que le Coucou geai, parasite exclusif de cette espèce, y soit présent. La zone d'étude présente donc un attrait indéniable pour la nidification de cette espèce au regard de population nicheuse de Pie bavarde. Notons que les zones ouvertes concernées par la zone étudiée sont également propices aux recherches alimentaires du Coucou geai. Au regard de ces éléments, le Coucou geai est jugé nicheur au sein des habitats concernées par la zone d'étude. L'ensemble de la zone naturelle étudiée est favorable à l'accomplissement de tout ou partie du cycle biologique du Coucou geai.
Faucon hobereau (<i>Falco subbuteo</i>)	Milieux semi-ouverts et ouverts (alimentation)	Modéré	Faible	Faible	L'espèce a été contactée à plusieurs reprises, principalement au niveau du canal situé au sud de l'usine. Un couple paradant, réalisant des voltiges et des vocalises caractéristiques, a notamment été observé lors des prospections réalisées au mois de mai 2025.



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude	Commentaire
					Le Faucon hobereau affectionne les milieux frais et humides dans lesquels il se reproduit et vient y rechercher sa nourriture. Les boisements de Peupliers présents localement avec certains sujets matures sont idéals pour la nidification de l'espèce. Les individus du couple chassent également au-dessus du fuseau d'étude les insectes et les oiseaux qui composent son régime alimentaire. Ainsi, 1 couple de l'espèce est jugé nicheur probable au sein des habitats de la zone d'étude.
Huppe fasciée* (<i>Upupa epops</i>)	Cavités (nidification) milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré	A l'instar des observations historiques, plusieurs individus ont été contactés lors des prospections principalement dans les secteurs de Peupleraies. Les habitats identifiés au sein de la zone prospectée sont favorables à la nidification de l'espèce. Les nombreuses cavités observées dans les arbres sénescents semblent très attractives. Notons que les zones ouvertes de la zone étudiée sont propices aux recherches alimentaires de cette espèce.
Petit-duc scops* (<i>Otus scops</i>)	Cavités (nidification) milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Modéré	Modéré	Le Petit-duc scops est considéré comme nicheur localement au sein des arbres à cavités. Un individu chanteur a été contacté à plusieurs reprises à proximité immédiate de la zone d'étude (nord). Les milieux ouverts et semi-ouverts sont utilisés pour les recherches alimentaires.
Bruant proyer* (<i>Emberiza calandra</i>)	Milieux semi-ouverts (alimentation)	Faible	Faible	Faible	Un individu de Bruant proyer a été contacté au sein de la zone d'étude durant l'inventaire effectué en mars 2026. Il n'a pas été recontacté en avril. Localement l'espèce n'est pas avérée nicheuse mais peut utiliser la zone d'étude pour ses phases de transits, et recherches alimentaires. L'espèce exploite les zones ouvertes et semi-ouvertes implantées de la zone étudiée uniquement en dehors de la période de reproduction. Aucun habitat n'est favorable à la nidification de l'espèce <i>in situ</i>.
Guêpier d'Europe* (<i>Merops apiaster</i>)	Milieux ouverts (alimentation)	Modéré	Faible	Faible	Cette espèce est connue historiquement nicheuse aux abords de la zone d'étude et en bord de darse 1. Notons que l'intégralité de la zone d'étude peut être exploitée pour les recherches alimentaires de cette population nicheuse.



Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude	Commentaire
Pic vert (<i>Picus viridis</i>)	Milieus semi-ouvert et ouverts (alimentation)	Très faible	Faible	Très faible	L'espèce a été contacté à plusieurs reprises au niveau des différents boisements de peupliers présents dans la zone d'étude

8.8.3. Autres espèces d'oiseau avérées à enjeu

Une zone de reproduction d'Effraie des clochers (*Tyto alba*), à laquelle l'espèce est fidèle. D'après les données issues des études réalisées historiquement, un nid avait été découvert, à environ 2km au nord des zones étudiées, sous un point ferroviaire. Ce site de nidification est connu depuis quelques années et produit régulièrement des jeunes à l'envol. 4 jeunes non volant ont été observés en avril 2025 sur ce site.

La zone étudiée n'accueille aucun site potentiel de nidification, mais le couple identifié est susceptible de venir chasser *in situ*.

Les zones les plus ouvertes concernées par la zone étudiée sont favorables comme zones d'alimentation et/ou de transit pour le couple nicheur identifié plus au nord.

Bilan concernant les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)

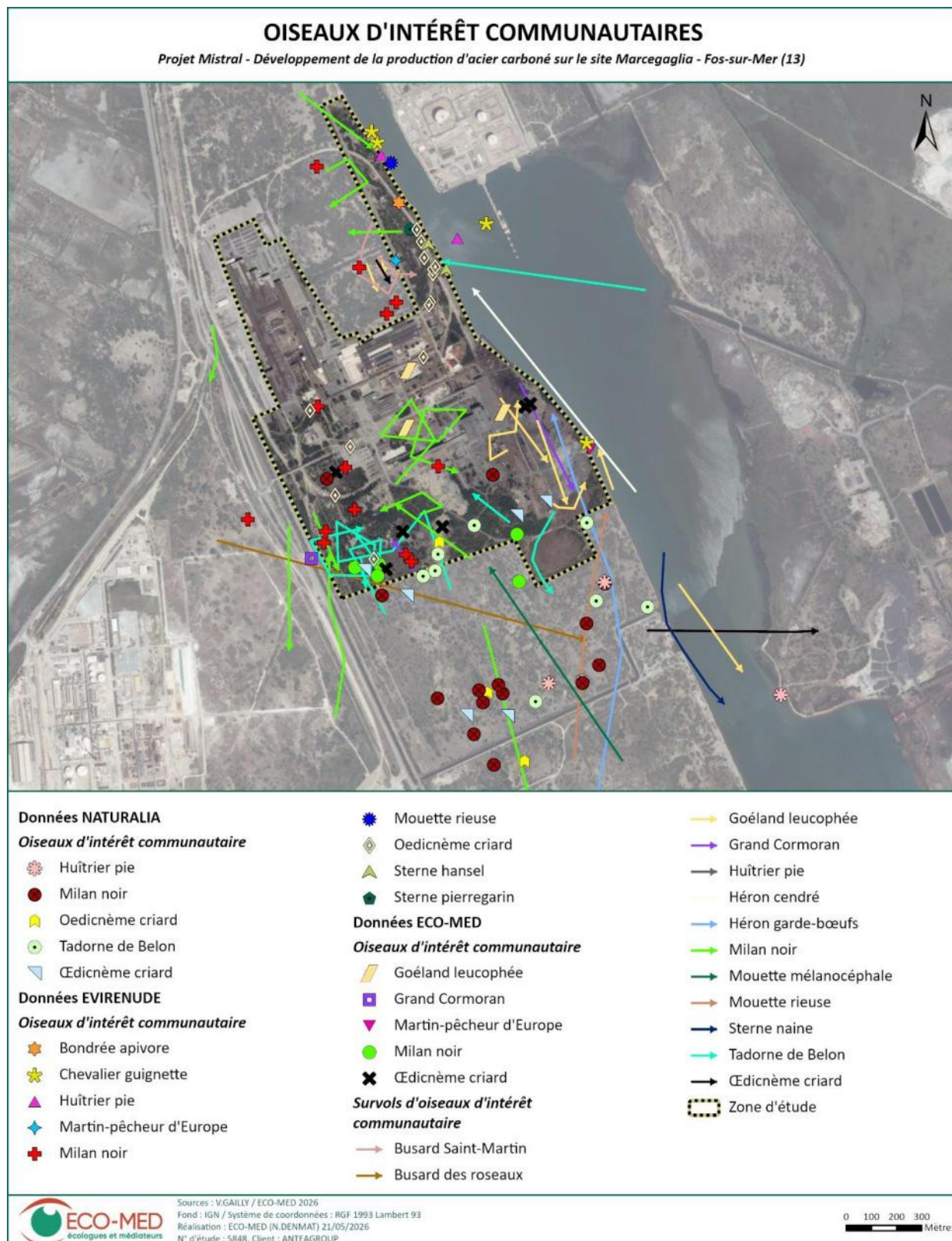
Tableau 27. Oiseaux Natura 2000 avérés et potentiels dans la zone d'étude

Espèce	Présence		Taille de la population concernée	Statut biologique dans la zone d'étude*	% par rapport à la population de la ZPS « Marais entre crai et Grand Rhone »	% par rapport à la population de la ZPS « crau »	Liste rouge EUROPE*	Liste rouge FRANCE (nicheur)*	Liste rouge PACA*
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet							
Bondrée apivore (<i>Pernis apivorus</i>)	Avérée	Potentielle	1 ind.	Alim.	Nq	-	LC	LC	LC
Busard des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>)	Avérée	Potentielle	1 ind.	Alim.	Nq	-	LC	NT	EN
Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	Potentielle	Potentielle	1 ind.	Alim.	Nq	-	LC	NT	-
Chevalier guignette* (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Avérée	Avérée	1 ind.	Alim.	-	-	LC	NT	VU
Goéland leucophée (<i>Larus michahellis</i>)	Avérée	Avérée	10 à 20 ind.	Alim.	-	Nq	LC	LC	LC
Grand Cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Transit	Nq	Nq	LC	LC	NT
Héron cendré* (<i>Ardea cinerea</i>)	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Alim.	Nq	-	LC	LC	LC
Héron garde-boeufs (<i>Bubulcus ibis</i>)	Avérée	Avérée	5 à 10 ind.	Transit	Nq	Nq	LC	LC	LC



Partie 1 : Etat initial

Espèce	Présence		Taille de la population concernée	Statut biologique dans la zone d'étude*	% par rapport à la population de la ZPS « Marais entre crai et Grand Rhone »	% par rapport à la population de la ZPS « crau »	Liste rouge EUROPE*	Liste rouge FRANCE (nicheur)*	Liste rouge PACA*
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet							
Huïtrier pie (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Nicheur	Nq	-	LC	LC	CR
Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>)	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Alim.	Nq	Nq.	VU	VU	LC
Milan noir (<i>Milvus migrans</i>)	Avérée	Avérée	2 à 3 couples	Nc.	7.5 – 8%	4-6%	LC	LC	LC
Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyaeus melanocephalus</i>)	Avérée	Potentielle	1 à 2 ind.	Alim.	Nq	Nq	LC	LC	VU
Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	Avérée	Potentielle	1 à 2 ind.	Alim.	Nq	-	NT	LC	VU
Oedicnème criard* (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Avérée	Avérée	1 à 2 couples	Nc	5 - 7%	0.14-0.25%	LC	LC	NT
Rollier d'Europe (<i>Coracias garrulus</i>)	Avérée	Avérée	1 couple	Npo	5 – 10%	0.77-1%	LC	NT	NT
Sterne hansel (<i>Gelochelidon nilotica</i>)	Avérée	Potentielle	1 à 2 ind.	Transit	Nq	-	LC	VU	EN
Sterne naine (<i>Sternula albifrons</i>)	Avérée	Potentielle	1 à 2 ind.	Transit	Nq	-	LC	LC	EN
Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	Avérée	Potentielle	1 à 2 ind.	Transit	Nq	-	LC	LC	EN
Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>)	Avérée	Avérée	1 couple	Npo	2 - 10%	-	LC	LC	LC



Carte 19 : Oiseaux Natura 2000 recensés



8.9. Mammifères terrestres

8.9.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'intérêt communautaire n'est avérée ni jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

Concernant la Loutre d'Europe et le Castor d'Eurasie, la zone d'étude ne dispose pas suffisamment d'habitats favorables à leurs écologies. De plus, pour le Castor d'Eurasie, la zone d'étude est inaccessible et isolée des lieux de présence identifiés dans les ZSC étudiées. Ces deux espèces sont donc considérées comme absentes de la zone d'étude.

8.9.2. Autres espèces importantes de mammifères terrestres avérées

Aucune autre espèce de mammifères terrestres importante ne figure aux FSD des ZSC évaluées.

8.9.1. Autres espèces avérées à enjeu

Parmi les 19 espèces avérées au sein de la zone d'étude, une seule présente un enjeu modéré : le Putois d'Europe (*Mustela putorius*). Une autre espèce présente un enjeu faible : le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*). Enfin, une espèce protégée présente un enjeu très faible : l'Écureuil roux (*Sciurus vulgaris*).

Par ailleurs, quatre espèces présentant un enjeu faible sont considérées comme fortement potentielles au sein de la zone d'étude : le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*), le Rat des moissons (*Micromys minutus*), la Crocidure des jardins (*Crocidura gueldenstaedtii*) et le Campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*).

8.10. Chiroptères

A l'instar des rapaces et autres oiseaux de grande taille, les chiroptères sont des animaux utilisant des territoires plus ou moins importants en fonction de l'espèce (distance gîte-terrain de chasse de 1 à 40 km maximum ; plus de 1000 km pour les déplacements des espèces migratrices). Les inventaires réalisés sur la zone d'étude nous apportent des informations de présence en termes de chasse (contact au détecteur) ou de gîte.

L'analyse des données régionales et locales montre que sur les 23 espèces présentes dans le département des Bouches-du-Rhône, 18 espèces le sont dans un rayon de 10 km. **15 espèces ont été contactées en transit et/ou en chasse sur la zone d'étude et aucune n'est jugée fortement potentielle.**

8.10.1. Données bibliographiques

Le tableau ci-dessus synthétise les données bibliographiques de présence de chiroptères à proximité de la zone d'étude et leur potentialité de présence au sein de la zone d'étude.

Espèces	ZSC FR9301590 « Le Rhône aval »	ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	Sur la commune de Fos sur Mer (SILENE)
Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	X	X	X	X
Murin de Capaccini (<i>Myotis capaccinii</i>)	X	X	X	
Barbastelle d'Europe (<i>Barbastella barbastellus</i>)			X	
Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	X	X	X	X
Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	X	X	X	



Partie 1 : Etat initial

Espèces	ZSC FR9301590 « Le Rhône aval »	ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	Sur la commune de Fos sur Mer (SILENE)
Petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	X	X	X	
Rhinolophe euryale (<i>Rhinolophus euryale</i>)				
Murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteinii</i>)				
Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	X	X	X	X
Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	X	X	X	
Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>)				
Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>)				
Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>)				X
Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)				
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)				X
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)				X
Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)				X
Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)				X
Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)				X
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)				X
Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)				X
Murin cryptique (<i>Myotis crypticus</i>)				

Légende :

Espèce avérée dans la zone d'étude	X = présence de l'espèce (autres informations)
Espèce potentiellement présente dans la zone d'étude au regard des milieux qui la composent	
Espèce considérée comme exceptionnelle ou non potentielle dans la zone d'étude	

Sources : Fiches ZNIEFF et Formulaire Standard de Données Natura 2000, INPN, consultés en ligne le 22/04/2026

Sources : <https://nature.silene.eu/commune/13039>, consulté en ligne le 22/04/2026

Ce tableau présente les données bibliographiques disponibles concernant ce compartiment. A l'issue des prospections d'ECO-MED, d'autres espèces, non citées dans ce tableau, ont pu être avérées ou jugées fortement potentielles.

8.10.2. Intérêts du secteur vis-à-vis des chiroptères

- Gîtes
- **Gîtes anthropiques :**

Au sein de la zone d'étude au nord le long de la Darse, un **bâtiment présent à enjeu fort** est favorable au gîte de plusieurs espèces de chiroptères :

- **Gîte de parturition mixte de Pipistrelles** (Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle commune). Le gîte comptabilise ~75 individus avec une majorité de Pipistrelle de Kuhl (soixantaine d'individus) et des individus isolés de Pipistrelle pygmée et Pipistrelle commune (individus isolés). En 2018/2021, Naturalia avait observé une cinquantaine d'individus de Pipistrelle pygmée.

En période migratoire, une vingtaine d'individus sont comptabilisés au printemps contre une quinzaine en automne.
- **Gîte de transit et reposoir nocturne de Grand rhinolophe**. En 2018/2021 et 2024, un individu de Grand rhinolophe a été retrouvé en gîte. Il utilise l'ancienne cave mais très probablement d'autres pièces du bâtiment. Sur les autres périodes, des contacts de Grand rhinolophe sont détectés en cours de nuit au niveau du bâtiment indiquant que ce dernier l'utilise également en tant que reposoir nocturne.
- **Reposoir nocturne de Murins à oreilles échancrées, Murin cryptique et Oreillard gris**. Des contacts en cours de nuit sont détectés en 2018/2021 et/ou 2024 au niveau du bâtiment indiquant qu'il est probablement utilisé en tant que reposoir nocturne.
- **Gîte ponctuel de Sérotine commune** en période estivale au sein des parpaings. Des contacts crépusculaires de l'espèce indique que des individus isolés utilisent le gîte ponctuellement.



Gîte de parturition avéré de Pipistrelle de Kuhl (photo gauche)

S. BAILLET, 17/07/2024, Port-Saint-Louis-du-Rhône (13)

- **Gîtes arboricoles**

La zone d'étude comprend plusieurs arbres présentant des cavités favorables à l'accueil chiroptères. L'enjeu qui leur est attribué est défini en fonction de différents critères décrits dans le référentiel de la partie 2.3.3

Au total, **21 arbres gîtes potentiels ont été identifiés** dont 5 à enjeu fort, 12 à enjeu modéré et 4 à enjeu faible.

Les milieux boisés qui composent en partie la zone d'étude offrent un réseau d'arbres gîtes potentiels favorable aux espèces arboricoles telles que la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius, le Murin Cryptique ou le Murin de Daubenton entres autres.

Bien qu'un passage en fin de période hivernale ait permis la prospection des arbres à une période où les caducs soient dépourvus de feuillage, la liste ne peut être jugée comme exhaustive au regard de la densité de végétation et des difficultés d'accès sur l'ensemble de la zone.



Exemple d'arbres gîtes potentiels présents sur la zone d'étude

C.LÉON, 09/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

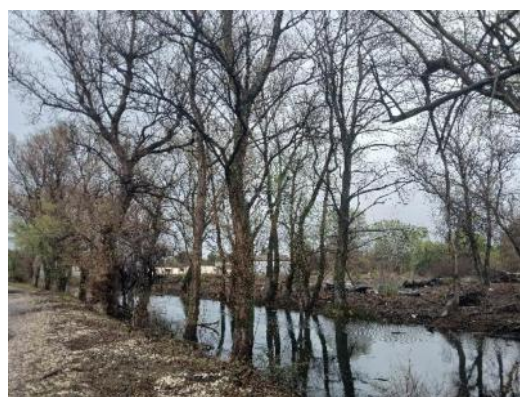
- **Zones de chasse**

La zone d'étude offre un panel assez diversifié d'habitats de chasse pour l'ensemble du cortège avéré et potentiel localement.

La zone d'étude est majoritairement composée de **milieux ouverts et semi-ouverts** favorables au cortège de chauves-souris appréciant ces milieux pour la chasse telles que le Minioptère de Schreibers et la Sérotine commune, fortement contactés au cours des inventaires mais aussi le Petit Murin.

On note également des **milieux boisés** composés de bosquets qui sont importants pour les espèces à tendance forestière et de lisière à l'instar du Murin à oreilles échancrées contacté dans ce milieu et pour le Grand Rhinolophe

Le zone d'étude possède également des **milieux humides** (mares temporaires et roubine en eau) qui sont susceptibles d'attirer de nombreuses espèces de chauves-souris même ponctuellement. En effet, ces habitats présentent une richesse en ressource alimentaire qui facilite la chasse et le transit.





Zone de chasse favorable aux chauves-souris

C. LÉON 09/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

- **Zone de transit**

Les corridors de transit se traduisent par des structures linéaires paysagères formées par des continuités d'éléments naturels (allée d'arbres, haies, cours d'eau, reliefs...) ou anthropiques (bâtiments, routes, voies de chemin de fer, canaux d'irrigation...) créant des lisières sur lesquelles les chiroptères appuient leur écholocation pour pouvoir se déplacer. La plupart des chauves-souris chassent en transit ce qui explique que ces corridors soient aussi considérés comme des corridors de transit et de chasse. En transit, on distingue les espèces de haut vol comme le Minioptère de Schreibers ou le Molosse de Cestoni entre autres qui sont moins attachés à ces structures que les espèces dites de lisière comme l'Oreillard gris ou les Rhinolophes qui elles en sont réellement dépendantes pour leurs déplacements. L'enjeu qui est attribué à ces corridors dépend de plusieurs facteurs de qualité tels que leur capacité à connecter différents écosystèmes, la qualité de leur continuité, leur capacité en termes de ressources alimentaires, leur proximité avec des gîtes, la qualité des milieux qu'ils traversent, l'abondance des corridors dans une zone donnée ou les espèces qui le fréquentent et leur fréquence de présence.

Les principaux corridors exploités par l'ensemble du cortège chiroptérologique local sont les **lisières des zones boisées et des alignements de fourrés**.

D'autres corridors secondaires sont exploités par des espèces de lisière tels que les quelques pistes qui sillonnent les zones semi-ouvertes.



Corridors de transit principaux au sein de la zone d'étude

C. LÉON, 09/03/2026, Fos-sur-Mer (13)

8.10.3. Espèces Natura 2000 (CDH2)

■ Espèces avérées

**Grand rhinolophe** *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)

Protection	NM2	UICN France	LC
Liste rouge Rhône-Alpes (2015)	EN	Autre(s) statut(s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2
<i>Répartition mondiale</i>	Paléarctique sur un arc allant du Pays de galle au Japon en passant par l'Asie Mineure, le Proche-Orient et le Sud du massif Himalayen.		
<i>Répartition française</i>	A l'origine sur tout le territoire (Corse comprise), actuellement plus fréquent dans la moitié sud-ouest et les secteurs karstiques des Alpes et du Jura.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Affectionne les zones karstiques, les paysages semi-ouverts à forte diversité d'habitats. Lié aux pâturages et prairies où il chasse de gros insectes (coprophages) à l'affut. Colonies en milieu souterrain ou bâti. Rayon de chasse moyen : 2,5 km (max. 10km)		
<i>Menaces</i>	Modifications des milieux agricoles, disparition de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.		

**Grand Rhinolophe**

Photo : J. VOLANT, ECO-MED

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local*Dans le secteur d'étude :*

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements mais peu commune. 4 grosses populations de l'espèce sont connues dont la plus proche en Camargue (600 individus).

Notons que cette espèce discrète est très difficile à contacter en détection ultrasonore. En effet, elle émet faiblement et ses ultrasons ne peuvent être captés qu'à quelques mètres de distance.

Dans la zone d'étude :

L'espèce est citée dans les sites Natura 2000 suivants : « Crau centrale – Crau sèche » (FR9301595), « Marées de la vallée des Baux et vallée d'Arles » (FR9301596) et « Camargue » (FR9301592).

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en gîte anthropique. L'espèce, détectée par Naturalia, utilise la zone d'étude comme zone de chasse et de transit.

**Niveau de présence de l'espèce**

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Fort

**Murin à oreilles échancrées** *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806)

Protection	NM2	UICN France	LC
Autre(s) statut (s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2		
<i>Répartition mondiale</i>	Sud du paléarctique occidental, Asie Mineure, Maghreb et Proche-Orient.		
<i>Répartition française</i>	Présent sur la quasi-totalité du territoire, populations plus importantes en région Centre, Bourgogne, Franche-Comté et sur le piémont des Alpes et du Vercors.		
<i>Habitats d'espèce, écologie</i>	Fréquente les massifs forestiers feuillus parcourus de zones humides. Anthrophile ou cavernicole en période estivale, parfois opportuniste le reste de l'année (arbres,		



Partie 1 : Etat initial

falaises, etc.) et capable de déplacements importants. Se nourrit d'araignées et de petits insectes.

Menaces Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, les colonies connues sont généralement à basse altitude, la plus proche se situe en Camargue (1 000 individus d'après QUEKENBORN, 2009) et dans la Vallée du Rhône. L'espèce reste donc rare avec seulement sept colonies de reproduction connues en PACA.

Dans la zone d'étude :

L'espèce est citée dans les sites Natura 2000 suivants : « Crau centrale – Crau sèche » (FR9301595), « Marées de la vallée des Baux et vallée d'Arles » (FR9301596) et « Camargue » (FR9301592).

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en gîte anthropique. L'espèce, détectée par Naturalia, utilise la zone d'étude comme zone de chasse et de transit.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modéré	Fort



Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817)

Protection NM2 **UICN France** VU
Autre(s) statut(s) CDH2, CDH4, IBE2, IBO2

Répartition mondiale Pourtour méditerranéen, jusqu'aux Balkans et au Caucase.

Répartition française Deux-tiers sud du pays. Plus abondant dans la moitié sud à l'exception du massif jurassien.

Habitats d'espèce, écologie Strictement cavernicole et grégaire, ce qui augmente sa vulnérabilité. Chasse dans des milieux en mosaïque. Rayon d'action moyen : 18 km (max. 40km). Régime alimentaire spécialisé sur les Lépidoptères.

Menaces Les menaces qui pèsent sur l'espèce sont principalement le dérangement des gîtes souterrains, le développement de l'énergie éolienne et la banalisation des milieux naturels.





Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements de PACA (principalement à des altitudes inférieures à 600 m). Quelques importantes colonies de reproduction et d'importance nationale sont connues sur les départements des Bouches-du-Rhône dont le Tunnel du canal des Alpilles (plusieurs milliers d'individus). Mais plusieurs noyaux de population ont disparu après désertion de gîtes souterrains. Les Bouches-du-Rhône rassemblent également 3 gîtes de transit et d'hibernation importants (Carrière à St Rémy de Provence, Mines de St Chamas et la Grotte des Espagnols).

Dans la zone d'étude :

L'espèce est citée dans les sites Natura 2000 suivants : « Crau centrale – Crau sèche » (FR9301595), « Marées de la vallée des Baux et vallée d'Arles » (FR9301596) et « Camargue » (FR9301592).

Le Minioptère de Schreibers a été contacté en transit et en chasse sur l'ensemble des inventaires ayant été réalisés dans le secteur d'étude ainsi que lors des inventaires menés sur une partie de la zone d'étude. Cette espèce cavernicole n'est pas potentielle en gîte au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Très fort

Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente

Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Grand murin *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797)

Petit murin *Myotis blythii* (Tomes, 1857)

Protection	NM2	UICN France	LC/NT
Autre(s) statut(s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	<u>Grand murin</u> : Paléarctique occidental au sud du 60ème parallèle, Asie mineure et Proche-Orient. <u>Petit murin</u> : Sud-ouest du paléarctique et d'Asie mineure jusqu'au Népal.		
Répartition française	<u>Grand murin</u> : Présent sur tout le territoire français, sauf en Corse, moins abondant en région méditerranéenne. <u>Petit murin</u> : Surtout méditerranéen et absent de la moitié nord du pays et de Corse.		
Habitats d'espèce, écologie	<u>Grand murin</u> : Gîtes en milieu souterrain ou dans les combles. « Chasseur-cueilleur » qui se nourrit d'insectes posés au sol (coléoptères). Recherche des milieux où la végétation au sol est peu dense et accessible en vol. <u>Petit murin</u> : Affectionne les plaines et les collines méditerranéennes. S'installe en gîtes souterrains (ou bâtis), « chasseur-cueilleur » d'insectes posés au sol (orthoptères). chasse dans les milieux ouverts ou plus denses (jusqu'à 2000 m d'altitude).		
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition ou dérangement de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.		



Répartition du Grand murin

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

Grand murin : En PACA, on le retrouve très fréquemment en colonie mixte avec le Petit Murin mais le Grand Murin semble beaucoup plus rare.

Petit murin : En PACA, l'espèce est relativement commune. Toutefois, ses populations restent fragiles en raison de la concentration des effectifs sur très peu de gîtes (GCP 2009).

Ces deux espèces ont une morphologie très proche et il est très complexe de différencier ces deux espèces sur la base de leurs émissions ultrasonores en raison de nombreuses similitudes. Il a de plus été démontré (Berthier P., Excoffier L., Ruedi M., 2006) que ces deux espèces pouvaient s'hybrider, ce qui ajoute encore à la complexité.

Dans la zone d'étude :

Le groupe d'espèces a été contacté en transit et en chasse sur lors des inventaires menés par Evinerude sur la zone d'étude. Cette espèce rupestre n'est pas potentielle en gîte au sein de la zone d'étude. Ce groupe d'espèces est potentiel en gîte anthropique au sein de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort à Très Fort

Niveau de présence de l'espèce

- Exceptionnellement observée
- Rare ou assez rare
- Peu commune ou localement commune
- Assez commune à très commune
- Présente mais mal connue
- Disparue
- Absente



Répartition du Petit murin

Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

■ Espèces fortement potentielles

Aucune autre espèce Natura 2000 (CDH2) n'est jugée fortement potentielle sur la zone d'étude.

8.10.4. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

Espèces à enjeu zone d'étude modéré :

- Molosse de Cestoni
- Pipistrelle pygmée
- Sérotine commune
- Noctule de Leisler
- Murin Cryptique
- Pipistrelle de
- Nathusius



8.10.5. Bilan concernant les chiroptères Natura 2000 (CDH2)

Tableau 28. Chiroptères Natura 2000 avérés et potentiels dans la zone d'étude

Espèce concernée	Présence		Taille de la population concernée	% par rapport à la population de la ZSC	% par rapport à la population de la ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	% par rapport à la population de la ZSC « Crau centrale – Crau sèche »	Liste rouge FRANCE	Liste rouge PACA
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet						
Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Avérée	Fortement potentielle	Effectifs inconnus		Non évaluable	Non évaluable	LC	-
Murin à oreilles échancrées* (<i>Myotis emarginatus</i>)	Avérée	Fortement potentielle	Effectifs inconnus		Non évaluable	Non évaluable	LC	-
Minioptère de Schreibers* (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Avérée	Avérée	Effectifs inconnus		Non évaluable	Non évaluable	VU	-
Petit murin * (<i>Myotis blythii</i>)	Avérée	Fortement potentielle	Effectifs inconnus		Non évaluable	Non évaluable	NT	-
Grand murin* (<i>Myotis myotis</i>)	Avérée	Fortement potentielle	Effectifs inconnus		Non évaluable	Non évaluable	LC	-



Carte 20 : Chiroptères Natura 2000



9. HABITATS ET ESPECES NATURA 2000, PRESENTS ET FORTEMENT POTENTIELS QUI FERONT L'OBJET DE L'EVALUATION DES INCIDENCES

9.1. Tableau récapitulatif

Seuls les habitats (CDH1) et espèces (CDH2/CDO1/EMR) susceptibles de subir une atteinte et dont leur représentativité est évaluée comme significative (cotation A, B ou C), sont ici pris en compte.

Ainsi, par différence, ne sont pas pris en compte :

- les habitats et espèces dont la présence est avérée mais non significative sur le site Natura 2000 (dans le FSD : cotation D du champ POPULATION RELATIVE),
- les habitats et espèces dont la présence est avérée et significative sur le site Natura 2000 (dans le FSD : cotation A, B ou C du champ POPULATION RELATIVE) mais absents ou peu potentiels au sein de la zone du projet, qui ne subiront donc aucune atteinte.

Tableau 29. Critères définissant la nécessité d'une évaluation pour chaque habitat et espèce Natura 2000

		Présence sur le site NATURA 2000	
		Significative	Non significative
FSD : cotation du champ « représentativité » ou « population »		A, B ou C	D
Présence dans la zone d'étude	Avérée	A évaluer	Non évaluée
	Fortement potentielle	A évaluer	Non évaluée
	Modérément ou faiblement potentielle	Non évaluée	Non évaluée
	Absente	Non évaluée	Non évaluée

Parmi les espèces d'oiseaux Natura 2000 ayant justifié la désignation de la ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône », 17 feront l'objet d'une évaluation des incidences sur leur état de conservation. D'après le FSD, l'état de conservation des populations de Bondrée apivore, Busard des roseaux, Busard Saint-Martin, Héron garde-bœuf, Martin-pêcheur d'Europe, Milan noir, Rollier d'Europe, Sterne naine sont « excellent ». Celui du Grand Cormoran, Héron cendré, Huîtrier pie, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse, Cédicnème criard, Sterne hansel, Sterne pierregarin et Tadorne de Belon est jugé « bon ».

Au sein de la zone d'étude, l'état de conservation de ces espèces soumises à évaluation est jugé « moyen » à « bon » au regard de l'état de conservation des habitats présents *in situ*.

Parmi les espèces d'oiseaux Natura 2000 ayant justifié la désignation de la ZPS « Crau », 9 feront l'objet d'une évaluation des incidences sur leur état de conservation. D'après le FSD, l'état de conservation des populations de, Milan noir, Mouette mélanocéphale, Cédicnème criard, et Rollier d'Europe est jugé « excellent » tandis que celui du Grand Cormoran, Héron garde-bœufs, Martin-pêcheur d'Europe, est jugé « bon ». Celui du Goéland leucophaea est jugé « moyen ».



Tableau 30. Espèces et habitats Natura 2000 soumis à l'évaluation

Groupe	Habitat/Espèce Natura 2000	Présence		ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d’ Arles »	ZSC « Crau centrale – Crau sèche »	ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhone »	ZPS « Crau »
		Zone d’étude	Zone d’emprise du projet				
Habitats naturels 	Zone d’étude hors zone Natura 2000						
Flore 	Aucune espèce Natura végétale Natura 2000 n’a été observée dans la zone d’étude						
Invertébrés 	Aucune espèce d’invertébré Natura 2000 n’a été observée dans la zone d’étude						
Poissons 	Aucune espèce de poisson Natura 2000 n’a été observée dans la zone d’étude						
Reptiles 	Aucune espèce d’amphibien Natura 2000 n’a été observée dans la zone d’étude)						
Oiseaux 	Bondrée apivore <i>(Pernis apivorus)</i>	Avérée	Potentielle	-	-	x	-
	Busard des roseaux <i>(Circus aeruginosus)</i>	Avérée	Potentielle	-	-	x	-
	Busard Saint-Martin <i>(Circus cyaneus)</i>	Potentielle	Potentielle	-	-	x	-
	Goéland leucophée <i>(Larus michahellis)</i>	Avérée	Avérée	-	-	-	x
	Grand Cormoran	Avérée	Avérée	-	-	x	x



Partie 1 : Etat initial

Groupe	Habitat/Espèce Natura 2000	Présence		ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d' Arles »	ZSC « Crau centrale – Crau sèche »	ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhone »	ZPS « Crau »
		Zone d'étude	Zone d'emprise du projet				
	<i>(Phalacrocorax carbo)</i>						
	Héron cendré* <i>(Ardea cinerea)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	-
	Héron garde-boeufs <i>(Bubulcus ibis)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	x
	Huîtrier pie <i>(Haematopus ostralegus)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	-
	Martin-pêcheur d'Europe <i>(Alcedo atthis)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	x
	Milan noir <i>(Milvus migrans)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	x
	Mouette mélanocéphale <i>(Ichthyaetus melanocephalus)</i>	Avérée	Potentielle	-	-	x	x
	Mouette rieuse <i>(Chroicocephalus ridibundus)</i>	Avérée	Potentielle	-	-	x	-
	Oedicnème criard* <i>(Burhinus oedicnemus)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	x
	Rollier d'Europe <i>(Coracias garrulus)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	x
	Sterne hansel <i>(Gelochelidon nilotica)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	-
	Sterne naine <i>(Sternula albifrons)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	-
	Sterne pierregarin <i>(Sterna hirundo)</i>	Avérée	Avérée	-	-	x	-



Partie 1 : Etat initial

Groupe	Habitat/Espèce Natura 2000	Présence		ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d' Arles »	ZSC « Crau centrale – Crau sèche »	ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhone »	ZPS « Crau »
		Zone d'étude	Zone d'emprise du projet				
	Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>)	Avérée	Avérée	-	-	x	-
Mammifères terrestres 	Aucune espèce de mammifères terrestres Natura 2000 n'est présente dans la zone d'étude						
Chiroptères 	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Avérée	Fortement potentielle	x	x		
	Murin à oreilles échancrées* (<i>Myotis emarginatus</i>)	Avérée	Fortement potentielle	x	x	-	-
	Minioptère de Schreibers* (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Avérée	Avérée	x	x		
	Petit murin * (<i>Myotis blythii</i>)	Avérée	Fortement potentielle	x	x		
	Grand murin* (<i>Myotis myotis</i>)	Avérée	Fortement potentielle	x	x		



9.2. État de conservation des habitats naturels et des populations d'espèces évalués

9.2.1. Habitats naturels

Zone d'étude hors zone Natura 2000

9.2.2. Flore

Aucune espèce de flore ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

9.2.3. Invertébrés

Aucune espèce d'invertébré listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

9.2.4. Poissons

Aucune espèce de poisson listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

9.2.5. Amphibiens

Aucune espèce d'amphibien listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

9.2.6. Reptiles

Aucune espèce de reptile listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

9.2.7. Oiseaux

Parmi les espèces d'oiseaux Natura 2000 ayant justifié la désignation de la ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône », 17 feront l'objet d'une évaluation des incidences sur leur état de conservation. D'après le FSD, l'état de conservation des populations de Bondrée apivore, Busard des roseaux, Busard Saint-Martin, Héron garde-bœuf, Martin-pêcheur d'Europe, Milan noir, Rollier d'Europe, Sterne naine sont « excellent ». Celui du Grand Cormoran, Héron cendré, Huîtrier pie, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse, Œdicnème criard, Sterne hansel, Sterne pierregarin et Tadorne de Belon est jugé « bon ».

Parmi les espèces d'oiseaux Natura 2000 ayant justifié la désignation de la ZPS « Crau », 9 feront l'objet d'une évaluation des incidences sur leur état de conservation. D'après le FSD, l'état de conservation des populations de, Milan noir, Mouette mélanocéphale, Œdicnème criard, et Rollier d'Europe est jugé « excellent » tandis que celui du Grand Cormoran, Héron garde-bœufs, Martin-pêcheur d'Europe, est jugé « bon ». Celui du Goéland leucophaea est jugé « moyen ».

Au sein de la zone d'étude, l'état de conservation de ces espèces soumises à évaluation est jugé « moyen » à « bon » au regard de l'état de conservation des habitats présents *in situ*.

9.2.8. Mammifères terrestres

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

9.2.9. Chiroptères

Sur la ZSC « Rhône aval » l'état de conservation est jugé bon pour le Rhinolophe Euryale, le Petit murin, le Murin de Capaccini, le Murin à oreilles échancrées et le Grand murin. L'état de conservation est jugé excellent pour le Grand Rhinolophe et moyen pour le Minioptère de Schreibers



Partie 1 : État initial

Sur la ZSC « Camargue » l'état de conservation est jugé moyen pour le Petit Rhinolophe, le Minioptère de Schreibers et le Murin de Capaccini. L'état de conservation est jugé bon pour le Petit murin, le Grand murin et le Murin à oreilles échancrées dans ses deux occupations (concentration et reproduction). Enfin l'état de conservation est jugé excellent pour le Grand Rhinolophe dans ses deux occupations (concentration et reproduction).

Sur la ZSC « Marais de la vallée de Baux et marais d'Arles » l'état de conservation est jugé bon pour le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échancrées et le Grand murin. Il est jugé significatif pour le Minioptère de Schreibers et le Petit murin.

Sur la ZSC « Crau centrale – Crau sèche » l'état de conservation est jugé bon pour le Grand Rhinolophe, le Petit murin et le Grand murin. Il est jugé significatif pour le Minioptère de Schreibers et le Murin à oreilles échancrées.

Au sein de la zone d'étude, l'état de conservation est jugé bon pour le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échancrées, le Petit murin et le Grand Murin. Il est jugé moyen pour le Minioptère de Schreibers. En effet la présence d'un gîte anthropique et de zone de chasse favorable justifie le bon état de conservation des espèces anthropophile en revanche l'absence de gîte favorable pour le Minioptère de Schreibers explique un état de conservation jugé moyen.



PARTIE 2 : ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LE RESEAU NATURA 2000



1. METHODES D'EVALUATION DES ATTEINTES

1.1. Méthodes d'évaluation des atteintes sur les habitats et espèces Natura 2000

L'analyse des **atteintes** correspond à l'évaluation des **effets négatifs du projet sur l'état de conservation des éléments concernés (CDH1/CDH2/CDO1/EMR) au regard de leurs surfaces ou de leurs populations et de leur état de conservation au sein du site Natura 2000 considéré**. L'échelle de réflexion et le contenu de cette analyse sont donc différents des éléments évalués lors de l'étude d'impact.

On rappellera ici que les espèces Natura 2000 avérées ou fortement potentielles citées dans le FSD comme étant en effectifs non significatifs (cotation D dans le FSD) ne sont pas prises en compte.

Pour évaluer ces atteintes et leur intensité, ECO-MED procédera à une analyse qualitative et quantitative. Cette appréciation est réalisée à dire d'expert car elle résulte du croisement entre une multitude de facteurs :

- liés à l'élément biologique : état de conservation, dynamique et tendance évolutives, vulnérabilité biologique, diversité génétique, fonctionnalité écologique, etc. ;
- liés au projet :

Nature d'atteinte : destruction, dérangement, dégradation, etc. ;

Type d'atteinte : directe / indirecte ;

Durée d'atteinte : permanente / temporaire.

Après avoir décrit les atteintes, il convient d'évaluer leur importance en leur attribuant une valeur. ECO-MED utilisera une échelle de valeur semi-qualitative à 6 niveaux principaux :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul	Non évaluable*
-----------	------	--------	--------	-------------	-----	----------------

**Uniquement dans le cas où l'expert estime ne pas avoir eu suffisamment d'éléments (période non favorable, durée de prospection insuffisante, météo défavorable, inaccessibilité, etc.) lui permettant d'apprécier d'incidence et in fine d'engager sa responsabilité.*

L'atteinte sera déterminée pour chaque élément biologique préalablement défini par l'expert. Il s'agit là d'une étape déterminante pour la suite de l'étude car conditionnant le panel de mesures qui seront, éventuellement, à préconiser. Chaque « niveau d'atteinte » sera donc accompagné par un commentaire, précisant les raisons ayant conduit l'expert à attribuer telle ou telle valeur. Les principales informations seront synthétisées sous forme de tableaux récapitulatifs.

Un bilan des atteintes « brutes » sera effectué en conclusion, mettant en évidence les atteintes à atténuer et leur hiérarchisation.

1.2. Méthodes d'évaluation des effets cumulés

Les effets cumulés peuvent être définis comme la somme des effets conjugués et/ou combinés sur l'environnement, de plusieurs projets compris dans un même territoire (par exemple : bassin versant, vallée, etc.). Dans cette étude, cette approche permet d'évaluer les atteintes à l'échelle du site Natura 2000 concerné par l'évaluation. En effet, il peut arriver qu'un aménagement n'ait qu'une atteinte faible sur un habitat naturel ou une population d'intérêt communautaire, mais que d'autres projets situés à proximité affectent aussi cet habitat ou espèce et l'ensemble des effets cumulés peuvent avoir une incidence notable dommageable sur le site Natura 2000.

D'après l'article R414-23 du Code de l'environnement, modifié par Décret n°2010-365 du 9 avril 2010 - art. 1, le dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 comprend dans tous les cas « une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le document de planification, le programme ou le projet, la manifestation ou l'intervention peut avoir, individuellement ou en raison de ses **effets cumulés** avec d'autres documents de planification, ou d'autres programmes, projets, manifestations ou interventions dont est responsable l'autorité chargée d'approuver le document de planification, le maître d'ouvrage, le pétitionnaire ou l'organisateur, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites. »



2. EFFETS PRESENTIS ET CUMULES DU PROJET

2.1. Effets pressentis du projet sur la conservation et l'intégrité des sites appartenant au réseau Natura 2000

La présentation détaillée du projet et son plan de masse sont présentés ci-avant dans la partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** « Description du projet ».

Les effets essentiellement négatifs prévisibles du projet peuvent être regroupés en différentes catégories :

- Altération voire destruction de zones de chasse et de transit,
- Fragmentation de l'écosystème ; l'aménagement de la zone accentuera les coupures paysagères déjà existantes notamment entre les sites Natura 2000,
- Perturbation/dérangement des espèces pendant la phase de réalisation des travaux qui fréquentent actuellement la zone de projet en venant des sites Natura 2000 alentour.

Ces effets se traduisent par des atteintes, plus ou moins accentuées suivant l'espèce considérée.

2.2. Effets cumulés

Les effets cumulés sont les changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres « projets existants ou approuvés ». Cela signifie que l'effet de l'ensemble des structures pourrait avoir un effet global plus important que la somme des effets individuels.

2.2.1. Projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés

L'inventaire a été établi sur la base des projets ayant fait l'objet :

- D'un avis de l'autorité environnementale publié sur le site officiel de la MRAe Provence-Alpes-Côte d'Azur à la date du 15/05/2025, avec une antériorité de moins de 3 ans.
- D'une consultation ou en cours d'enquête publique ;

Et ce, conformément à l'article R122-5 / 5° / e) du code de l'environnement qui stipule :

e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées.

- *Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés.*
- *Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés.*
- *Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact :*
 - *– ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une consultation du public ;*
 - *– ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.*
- *Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage "*

Le périmètre d'étude de l'analyse des incidences cumulées a été choisi arbitrairement au sein de la zone géographique incluant le Golfe de Fos, les Coustières de Crau, la plaine de Crau, considérant que les incidences de



projets plus éloignés étaient négligeables au-delà de ce périmètre pour les compartiments biologiques à forte capacités de dispersions.

La recherche des projets pouvant cumuler leurs impacts au projet Mistral s'est également appuyée sur la concertation publique engagée en 2024 sur le territoire situé entre l'étang de Berre et la Zone Industriale-Portuaire de Fos-sur-Mer qui a permis de recenser 51 projets industriels en lien direct ou indirect avec le territoire situé entre Berre et la ZIP de Fos-sur-Mer, et pouvant engendrer des impacts sur le volet naturel.



Carte 21 : Localisation des 51 projets identifiés à la fin du débat public (coordonné par la CNDP) comme contributeurs potentiels à la vocation industrielle de la zone Fos-Berre.

Source : Commission Nationale du Débat Public (CNDP) – conception Eclectic Experience & Le Plan

Parmi ces 51 projets, 11 projets sont situés à proximité immédiate pour tout ou partie de leurs zones de-projet.



Tableau 31. Liste des projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés

Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
Fos-sur-Mer	Projet de conversion électrolytique KEM ONE	Kem One	Arrêté 05/05/2022	0,8 km à l'ouest	Destruction de 0,42 ha de zones humides. Impacts résiduels forts : destruction de 4000 M² de pelouses clairsemées, abritant des espèces végétales patrimoniales (dont deux sont protégées) : Salicaire à feuilles de thym (<i>Limonium cuspidatum</i>), Statice dur (<i>Limonium duriusculum</i>) et Salicaire à trois bractées (<i>Limonium girardianum</i>). Incidences résiduelles faibles qui subsistent pour 4 espèces d'oiseaux protégées (Œdicnème criard, Pipit rousseline, Cochevis huppé et Cisticole des joncs) et 3 espèces de reptiles protégées (Couleuvre de Montpellier, Couleuvre à échelons, Couleuvre vipérine). Destruction de 15.000 M² d'habitats d'espèces d'insectes (Criquet des dunes et Truxale méditerranéenne)	Le risque de cumul d'impacts est faible pour la flore (espèces différentes). Le risque de cumul est faible pour les invertébrés, pour les oiseaux et pour les zones humides.
Fos-sur-Mer	Innovex : Projet de lotissement visant à accueillir des projets pilotes en lien avec la transition écologique et la mutation industrielle du territoire.	Grand Port Maritime de Marseille (GPMM)	Arrêté préfectoral du 19/02/2025	1,5 km au nord	Destruction de 1,81 ha de zones humides Incidences résiduelles fortes pour le Myosotis nain (destruction de plusieurs milliers d'individus et de 2,4 ha d'habitats) Incidences résiduelles faibles pour la Saladelle de Girard (destruction de 0,43 ha d'habitat d'espèce et effectif concerné réduit) et très faibles pour la Saladelle de Provence (destruction de 0,02ha d'habitat d'espèce + effectif réduit). Pour les autres compartiments,	Le risque de cumul d'impacts est nul pour la flore (espèces différentes du projet Mistral). Pour les autres taxons, le risque de cumul d'impacts est très limité voire nul. Le risque de cumul est faible pour les zones humides.



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
					les impacts résiduels sont estimés de nuls à très faibles.	
Fos-sur-Mer	Giga-usine de panneaux solaires sur 45 ha sur la zone industrielle portuaire – projet Carbon Giga Factory	CARBON SOLAR	Décret n°2024-677 du 3 juillet 2024 qualifiant de projet d'intérêt national majeur l'usine de production de panneaux photovoltaïques de la société Carbon à Fos-sur-Mer Avis MRAe 12/09/2024 Projet abandonné (19/05/226)	0,7 km au sud	Pour la flore, les impacts résiduels jugés modérés, pour la Saladelle de Provence (500 à 1000 individus détruits), la Saladelle dure (150 à 250 individus détruits) (non protégée), la Saladelle de Girard* (1000 à 2000 individus détruits), le Céraiste de Sicile * (30 à 100 individus détruits + 0,04 ha de surface d'habitat) et jugés faibles pour le Myosotis nain* (400 à 500 individus détruits ainsi que 0,18 ha d'habitats d'espèce). Les impacts résiduels sont jugés de faibles à modérés sur plusieurs espèces d'oiseaux (Coucou geai, Guêpier d'Europe, Huppe fasciée, Cochevis huppé, Cisticole des joncs, Oedicnème ériard, Milan noir, Petit duc scops, Pipit rousseline, Tadorne de Belon) au regard de la destruction d'habitats d'alimentation et de nidification (destruction de 35 ha de zones humides) et sur plusieurs espèces de chiroptères.	Le risque de cumul est modéré pour la flore, avec plusieurs espèces communes. Le risque de cumul est faible à modéré pour les amphibiens, faible pour les oiseaux, les invertébrés, les reptiles et les mammifères (dont les chiroptères) et modéré pour les zones humides.
Fos-sur-Mer	Extension de l'autorisation d'exploiter des activités de traitement des déchets industriels dangereux et non dangereux de la société SOLAMAT MEREX	SOLAMAT MEREX	12/01/2021	0,5km	Pas d'impacts faune-flore-habitats naturels identifiés.	Le risque de cumul des impacts est nul.



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
Fos-sur-Mer	Neocarb – projet centrée sur la production d'e-fuels	Elyse Energy	Enquête publique en cours et jusqu'en juillet 2026.	Attenant au Nord	Impacts résiduels forts sur la flore (Myosotis fluét, Impérate cylindrique, Céraiste de Sicile), impacts résiduels modérés sur les reptiles, les oiseaux et les mammifères, faibles pour les amphibiens. Destruction de 30 ha de zones humides	Le risque de cumul d'impacts est nul pour la flore (espèces différentes), modéré pour les reptiles, les oiseaux et les mammifères , ainsi que sur les zones humides.
Fos-sur-Mer	Aménagement du môle central : aménager le réseau routier de desserte en le complétant d'une voie secondaire d'environ 3 Km permettant la desserte fine des parcelles.	Grand Port Maritime de Marseille	/	Attenant à l'ouest	Impacts résiduels importants sur la flore (Myosotis nain), plus modérés sur les zones humides.	Le risque de cumul est nul pour la flore (Espèces différentes), modéré pour les oiseaux, les amphibiens et les reptiles , faible pour les invertébrés et les mammifères (dont les chiroptères). Risque de cumul modéré pour les zones humides
Fos-sur-Mer	Projet Gravithy - usine de production de fer réduit bas-carbone-	Gravithy et RTE	Bilan de la concertation publique de la CNDP 24/09/2025	Attenant au sud	Atteintes à la biodiversité fortes Atteintes aux zones humides fortes	Le risque de cumul est nul pour la flore (espèces différentes). Le risque de cumul est modéré pour les oiseaux, les amphibiens et les reptiles et faible pour les chiroptères . Le risque de cumul est fort pour les zones humides.



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
Fos-sur-Mer	Projet de production d'hydrogène bas carbone et de carburants de synthèse. – H4 Marseille Fos (ex H2V Fos)	H2V & RTE	Bilan de la concertation publique de la CNDP 24/09/2025	1km au sud	Atteintes à la biodiversité modérées et sur les zones humides faibles.	Destruction d'environ 16 ha de milieux naturels Le risque de cumul n'est pas évaluable à ce stade du projet.
Fos-sur-Mer	Développement de l'éolien flottant offshore de grande puissance (DEOS) : 75 hectares aménagés à terre et environ 45 hectares à flot	Grand Port Maritime de Marseille (GPMM)	Bilan de la concertation publique de la CNDP 24/09/2025	3km au sud	Pas d'informations précises à ce stade. Destruction d'environ 75 ha de milieux naturels dont 52 ha de zones humides	Le risque de cumul n'est pas évaluable à ce stade pour la faune et la flore. Le risque de cumul possible pour les zones humides est fort.
Fos-sur-Mer	Medhyterra : réaménagement d'une partie du terminal de Fos Tonkin (accueil actuel de GNL) par un terminal d'importation d'ammoniac bas-carbone en construisant un réservoir de stockage d'environ 30 000 m3 et en raccordant le terminal au réseau ferré national	Elengy	Bilan de la concertation publique 24/09/2025	1,2 km, de l'autre côté de la darse 1	Peu d'information à ce stade	Risque très faible Destruction d'environ 4 ha de milieux naturels
Isère→ Fos-sur-Mer	Rhône Décarbonation : création d'une chaîne de captage, transport, liquéfaction et chargement de navires de dioxyde de carbone (CO2)	Vicat, Société du Pipeline Sud Européen (SPSE), Elengy, RTE	Pas encore en phase de concertation continue, pas encore en instruction	0,8 km, de l'autre côté de la darse 1	Pas d'information à ce stade	Risque très faible Surface réduite mais des habitats similaires



Commune	Projet	Maitre d'ouvrage	Date avis AE ou de la concertation publique	Distance vis-à-vis du projet	Impacts sur la faune, la flore et les zones humides	Risque de cumul d'impact avec le projet
Fos-sur-Mer	Elyfos : production d'hydrogène renouvelable et bas-carbone par électrolyse de l'eau à destination d'usages industriels principalement.	Air Liquide France Industrie	/	0,8km, de l'autre côté de la darse 1	Pas d'information à ce stade	Risque très faible Surface réduite, habitats dégradés mais avec similitude de milieux
Fos-sur-Mer	Barmar : corridor de transport d'hydrogène	Enagás, NaTran (ex GRTgaz), Teréga	/	6 km, en mer (au sud)	Pas d'information à ce stade	Risque faible mais avec habitats similaires en partie
Jonquières-Saint-Vincent (30) et Fos-sur-Mer (13)	Ligne électrique THT Jonquières-Saint-Vincent (30) et Fos-sur-Mer (13) : (30) et Fos-sur-Mer (13).	Réseau de transport d'électricité (RTE)	Concertation continue en cours	5,5 km en Crau (à l'est)	Impacts notables sur les oiseaux a priori	Risque très faible flore et faune à l'exception des oiseaux (risque modéré)
Fos-sur-Mer → Manosque (04)	Hyframed : Réseau de transport d'hydrogène en région Sud - Provence-Alpes-Côte d'Azur	NaTran (ex GRTgaz)	/	Attenant (à l'ouest)	Pas d'information à ce stade	Risque faible , habitats similaires



2.2.2. Analyse des effets cumulés

Le tableau suivant va reprendre, pour chaque taxon, les effets cumulés des projets avec ceux du projet à l'étude :

Les projets étudiés sont essentiellement situés sur le môle central car ils concernent des habitats et des espèces similaires. Il s'agit d'Innovex, Neocarb, Gravithy, H4, Desserte du môle central.

Thématiques	Effets cumulés potentiels		Commentaires
	Oui	Non	
Habitats naturels	X (Faibles)		Les certains habitats concernés par INNOVEX, NEOCARB, GRAVITHY et H4 sont assez similaires, et concernent sur leur plus grande surface des boisements à Tamaris. Les effets cumulés sur les habitats sont jugés faibles du fait que l'habitat principal est une tamaricaie et peupleraie, habitat très répandu localement.
Zones humides	X Faibles		Le cumul de surface de zones humides est important, mais les fonctionnalités impactées dégradées dans le projet Mistral, le cumul sur les fonctionnalités est faible.
Flore		X	Aucune espèce du projet Mistral ne présente d'enjeu commun avec d'autres projets. Le cumul est donc nul.
Insectes	X (Faibles)		Les impacts cumulés concernent le Criquet des dunes, la Decticelle à serpe, l'Œdipode occitane, le Sphinx de l'Argousier. La destruction d'habitat de ces espèces, localement abondants confère un cumul faible des impacts, au regard des surfaces et des effectifs concernés par Mistral, le Sphinx n'étant concerné que par le projet Neocarb et Mistral.
Amphibiens	X (Modérés)		Les projets vont avoir un impact cumulé modéré, en raison de la perte d'habitat étendue, les espèces du projet Mistral étant concernées par plusieurs autres projets.
Reptiles	X (Modérés)		Sur le môle central les continuités écologiques de déplacement des reptiles vont être dégradées, les surfaces d'habitat d'espèce détruites sont relativement importantes mais cela concerne des habitats relativement abondants localement. Le cumul est jugé modéré.
Oiseaux	X (Modérés)		Les projets vont impacter quelques espèces en commun, avec principalement des espèces liées aux milieux fermés (nidification) notamment le Coucou-geai, la Huppe fasciée, le Petit-duc scops, concernés par plusieurs projets sur le môle central (Neocarb, Gravithy, H4). L'Œdicnème criard est également concerné par plusieurs projets (perte d'habitat étendue). Le cumul est jugé modéré.
Mammifères terrestres	X (Faibles)		Les projets vont avoir un effet cumulé sur la destruction d'habitat des espèces, qui sont largement représentés au sein de la ZIP de Fos



Chiroptères	X (Modérés)		Les projets vont impacter les mêmes cortèges, avec des espèces liées aux milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation), et anthropiques (gîte au nord de u môle central). Des corridors de déplacement vont être supprimés. Cela concerne plusieurs projets du môle central notamment (Neocarb, gravithy, H4). Des gîtes arboricoles détruits sont également concernés par le projet Neocarb.
Fonctionnalités écologiques	X (Faibles)		Le projet Mistral n'est pas vraiment concerné par une perte de fonctionnalités écologiques, mais un risque existe avec les autres projets du môle central.
Trame Verte et Bleue	X (Négligeable)		Comme cela a été précisé dans l'état initial, la zone du projet de Mistral n'est concernée par aucun périmètre TVB du SRCE. En effet, les réservoirs de biodiversité les plus proches (au niveau du Caban pour la trame verte et au niveau d'Arcelor pour la trame bleue, présentent des ruptures de continuités : voie SNCF et réseaux routiers pour le Caban et darse 1 pour Arcelor. Il n'y a donc naturellement peu d'échanges fonctionnels entre les zones de la TVB et la zone d'étude, hormis pour les espèces à fortes capacités de dispersion comme les oiseaux ou les chiroptères. C'est pour cela qu'un impact cumulé jugé négligeable a été évalué ici.



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000



3. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZSC FR9301590 « LE RHONE AVAL »

3.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)

La zone d'étude se situant hors des zones Natura 2000, aucune atteinte ne peut être caractérisable.

3.2. Analyse des atteintes sur la flore Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de flore ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet. Aucune atteinte ne peut donc être caractérisée sur la flore.

3.3. Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'invertébrés ayant justifié la désignation des ZSC concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

3.4. Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibien listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle. Aucune atteinte ne peut donc être caractérisée.

3.5. Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptile listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle. Aucune atteinte ne peut donc être caractérisée.

3.6. Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet. Aucune atteinte ne peut donc être caractérisée.

3.7. Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)

Les **atteintes sont jugées faibles pour le Grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées** dont des individus isolés ont été observés dans le gîte anthropique dans la zone d'étude au nord. Elles sont **jugées très faibles pour le Petit et le Grand murins** qui pourrait potentiellement gîter dans les gîtes anthropiques mais qui n'ont jamais été avérés. Et les atteintes sont **jugées nulles pour le Minioptère de Schreibers** qui est présent sur la zone d'étude en chasse opportuniste en plein ciel.



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000											Evaluation des atteintes					
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce					
												Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable
4 (2.6km)	Indirect	Permanente														
5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire														
6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente														



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Faible	Concentration (R)	$2 \geq p > 0\%$	Moyenne	Non isolée	Bonne	270	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Oui avec le projet Neocarb	Très faibles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Moyen	Faible	Concentration (R)	$2 \geq p > 0\%$	Bonne	Non isolée	Moyenne	385	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Non	Nulles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Très faible	Concentration (R)	$2 \geq p > 0\%$	Moyenne	Non isolée	Bonne	690	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Oui avec le projet Neocarb	Faible
												2 (29 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente		
												3 (19.6ha)	Indirect	Permanente		
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire		



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Faible	Concentration (R)	$2 \geq p > 0\%$	Moyenne	Non isolée	Bonne	774	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Oui avec le projet Neocarb	Très faibles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthropique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle



4. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZSC FR9301596 « MARAIS DE LA VALLEE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES »

4.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)

La zone d'étude se situant hors des zones Natura 2000, aucune atteinte ne peut être caractérisable sur les habitats d'intérêt communautaires du site d'étude.

4.2. Analyse des atteintes sur la flore Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de flore ayant justifié la désignation des ZSC n'est concernée par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.3. Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'invertébrés ayant justifié la désignation des ZSC n'est concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.4. Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibien listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

4.5. Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptile listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

4.6. Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZSC concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.7. Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)

Les atteintes sont **jugées faibles pour le Grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées** dont des individus isolés ont été observés dans le gîte anthropique dans la zone d'étude au nord. Elles sont jugées **très faibles pour le Petit et le Grand murins** qui pourrait potentiellement gîter dans le gîte anthropique mais qui n'ont jamais été avérés. Et les atteintes sont **jugées nulles pour le Minioptère de Schreibers** qui est présent sur la zone d'étude en chasse opportuniste en plein ciel. Les incidences sont également motivées par des états de conservation bons au sein de la ZSC pour l'ensemble de ces quatre espèces.



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZSC « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Grand Rhinolophe <i>(Rhinolophus ferrumequinum)</i>	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Très faible	Concentration / Très rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne	846	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque modéré	Faibles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Petit murin <i>(Myotis blythii)</i>	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Faible	Concentration / Rare	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative	270	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque faible	Très faibles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Moyen	Faible	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative	385	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque nul	Nulles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Très faible	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne	690	1 (non évaluable)	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles
												2 (29 arbres gîtes potentiels en emprises + OLD)	Indirect	Permanente		
												3 (19.6ha)	Indirect	Permanente		
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Faible	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne	774	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque faible	Très faible
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		

Espèce avérée

Espèce fortement
potentielle



5. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZSC FR9301595 « CRAU CENTRALE – CRAU SECHE »

5.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)

La zone d'étude se situant hors des zones Natura 2000, aucune atteinte ne peut être caractérisable sur les habitats d'intérêt communautaires du site d'étude.

5.2. Analyse des atteintes sur la flore Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de flore ayant justifié la désignation des ZSC concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

5.3. Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'invertébré d'intérêt communautaire n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

5.4. Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibien listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

5.5. Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptile listée à l'Annexe II de la Directive Habitats n'a été avérée lors des inventaires, ni n'est jugée fortement potentielle.

5.6. Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

5.7. Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)

Les atteintes sont **jugées faibles pour le Grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées** dont des individus isolés ont été observés dans le gîte anthropique dans la zone d'étude au nord. Elles sont **jugées très faibles pour le Petit et le Grand murins** qui pourrait potentiellement gîter dans le gîte anthropique mais qui n'ont jamais été avérés. Et les **atteintes sont jugées nulles pour le Minioptère de Schreibers** qui est présent sur la zone d'étude en chasse opportuniste en plein ciel.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000			Evaluation des atteintes		
Contexte spécifique	Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)	Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux	Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	2 : Destruction d'habitat de gîte 3 : Destruction d'habitat d'alimentation et transit 4 : Destruction de corridor d'alimentation et transit 5 : Dérangement d'individus en phase travaux 6 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)				de l'espèce au sein de la ZSC « Crau centrale – Crau sèche »
												Nature	Type	Durée		
Grand Rhinolophe <i>(Rhinolophus ferrumequinum)</i>	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Très faible	Concentration / Commune	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative	846	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque modéré	Faibles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Petit murin <i>(Myotis blythii)</i>	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Faible	Concentration / Commune	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne	270	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque faible	Très faibles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Moyen	Faible	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative	385	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque nul	Nulles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Murin à oreilles échanrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Très faible	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0 \%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Significative	690	1 (non évalua ble)	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles
												2 (29 arbres gîtes potenti els en empris es + OLD)	Indirect	Permanente		
												3 (19.6ha)	Indirect	Permanente		
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		
Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Oui	Effectifs inconnus	Non évaluables	Favorable	Faible	Concentration / Rare	$2 \geq p > 0\%$	Bonne	Non isolée (aire de répartition élargie)	Bonne	774	3 (19.6ha)	Indirect	Permanente	Risque faible	Très faibles
												4 (2.6km)	Indirect	Permanente		
												5 (1 gîte anthro pique)	Direct	Temporaire		
												6 (13.3ha et 466m)	Indirect	Permanente		

Espèce avérée

Espèce fortement
potentielle



6. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZPS FR9312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »

6.1. Analyse des atteintes sur les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)

Au regard de l'utilisation de la zone d'étude et des effectifs présents, les incidences du projet sur les espèces ayant motivé la désignation de la ZPS sont très limitées. Les incidences les plus élevées sont jugées faibles et concernent d'1 à 2 couples maximum au sein de la zone d'étude ou à proximité rapprochée. C'est le cas de l'Œdicnème criard, du Rollier d'Europe et du Tadorne de Belon. La conservation de ces espèces est bonne à excellente dans la ZPS concernée, et le nombre de couples au sein de la zone d'étude très faible. Le Milan noir, espèce opportuniste est concerné par la présence de 2 à 3 couples au sein de la zone de projet. Sa conservation étant excellente au sein de la ZPS et la biologie de l'espèce très plastique, l'atteinte brute sur l'état de conservation de cette espèce sur la population de la ZPS est jugée faible.

Les niveaux d'impacts très faibles sur l'avifaune proviennent du fait que les individus des espèces concernées au sein de la zone projet n'ont pas de liens forts avec les sites Natura 2000 concernés. Si lien il y a, il s'agit d'interaction pour de la prospection alimentaire. La destruction d'habitat ou d'individus (évaluation en amont de la séquence Eviter-Réduire) au sein de la zone projet n'aura pas de réelle répercussion sur les populations des sites Natura 2000 évalués, dont les états de conservation vont de bon à excellent pour ces différentes espèces.

Par ailleurs, les évaluations d'incidences suivantes intègrent le fait que pour certaines espèces des risques de cumul d'incidences sont possibles. Les espèces dont les incidences brutes, hors effets cumulés, sont très faibles, ne voient pas leur incidence finale augmenter en prenant en compte les effets cumulés.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
												3	(2 ha)	Indirect		
Bondrée apivore (Pernis apivorus)	Non	1 individu	Nq	Faible	Faible	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	Donnée indisponible	3	(2 ha)	Indirect	Risque très faible <th rowspan="2">Très faible</th>	Très faible
						Reproduction (0–1 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Moyenne		4	Direct			



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
						Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolée	Excellente		5 (0,4ha)	Indirect			
Busard des roseaux (Circus aeruginosus)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolée	Excellente	345	3 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Risque très faible	Très faible
						Hivernage (50-200 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolée	Excellente		4	Indirect	Temporaire		
						Reproduction (10-20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolée	Excellente		5 (0,4 ha)	Direct	Temporaire		
Busard Saint-Martin (Circus cyaneus)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolée	Excellente	Donnée indisponible	3 (1,4 ha)	Direct	Permanente	Risque très faible	Négligeable
						Hivernage (4-5 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolée	Excellente		4	Indirect	Temporaire		
												5 (0,4 ha)	Direct	Temporaire		
Grand Cormoran (Phalacrocorax carbo)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Hivernage (50-100 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
Héron cendré (Ardea cinerea)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Sédentaire	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
Héron garde-bœufs	Oui	5 à 10 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non isolée	Excellente		4	Indirect	Temporaire		Négligeable



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
(Bubulcus ibis)	(Forte)					Hivernage (1000-4500 i)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non isolée	Excellente	Donnée indisponi ble				Risque très faible	
						Reproduction (100-1218 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non isolée	Excellente						
Huïtrier pie (Haematopus ostralegus)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq.	Moyen	Faible	Concentratio n (1-10 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolée	Moyenne	Donnée indisponi ble	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Nulle
Cœdicnème criard (Burhinus oedicnemus)	Oui (Forte)	1 à 2 couples	5-7%	Moyen	Faible	Concentratio n	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolée	Moyenne	147	1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles
						Reproduction (20-30 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolée	Bonne		2 (13,5 ha)	Direct	Permanente		
												3 (14,2ha)	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
												5 (4 ha)	Direct	Temporaire		
Martin-pêcheur d'Europe (Alcedo atthis)	Oui (Modérée)	1 à 2 individus	Nq	Faible	Faible	Sédentaire (2 - 15 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolé	Excellente	330	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Très faibles



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Milan noir (<i>Milvus migrans</i>)	Non (espèce opportuniste et nécrophage)	2 à 3 couples	7.5 -8%	Moyen	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non- isolée	Excellente	406	1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles
						Reproduction (25-40 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non- isolée	Excellente		2 (4,8 ha)	Direct	Permanente		
												3 (7,5 ha)	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
												5 (3,9 ha)	Direct	Temporaire		
Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non- isolée	Excellente	Donnée indisponi- ble	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
						Hivernage (1000-4500 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non- isolée	Excellente						
						Reproduction (100-1218 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non- isolée	Excellente						
Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non- isolée	Bonne	Donnée indisponi- ble	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
						Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non- isolée	Bonne						



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
						Reproduction (0-126 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non- isolée	Bonne						
Rollier d'Europe (<i>Coracias garrulus</i>)	Oui (Modérée)	1 couple	5-10%	Faible	Faible	Concentratio n (R)	Non significative	-	-	-	57	1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Risque faible	Faibles
						2 (5,5 ha)	Direct	Permanente								
						3 (23,1 ha)	Direct	Permanente								
						4	Indirect	Temporaire								
						5 (7,3 ha)	Direct	Temporaire								
Sterne hansel (<i>Gelochelidon nilotica</i>)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq	Très faible	Faible	Concentratio n (10 – 200 l)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non- isolée	Bonne	Donnée indisponi ble	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
Sterne naine (<i>Sternula albifrons</i>)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq	Très faible	Faible	Concentratio n (R) (10 – 50 l)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolé	Moyenne	Donnée indisponi ble	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	Oui (Forte)	1 à 2 individus	Nq	Très faible	Faible	Concentratio n (R) (1 – 20 l)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolé	Moyenne	Donnée indisponi ble	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000											Evaluation des atteintes					
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
												Tadorne de Belon (Tadorna tadorna)	Oui (Modérée)	1 à 2 couples	4-10%	Moyen
Reproduction (10-50 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non- isolée	Excellente	2 (1,4 ha)	Direct	Permanente									
					4	Indirect	Temporaire									
					5 (0,2 ha)	Direct	Temporaire									

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle



7. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZPS FR9310064 « CRAU »

7.1. Analyse des atteintes sur les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)

Les atteintes à l'état de conservation des espèces concernées par cette ZPS sont limitées à très faibles pour les espèces présentant 1 à 2 couples au sein de la zone d'étude, notamment pour l'Oedicnème criard, le Tadorne de Belon et le Rollier d'Europe. En effet, ces espèces sont dans un état de conservation au sein de la ZPS allant de bonne à excellente, ce qui signifie que si un lien existe entre les individus de ces espèces au sein de la zone d'étude avec la population de la ZPS, l'incidence ne se fera pas sentir. Pour le Milan noir, qui est représenté par 3 à 4 couples au sein de la zone d'étude, les incidences sur le site Natura 2000 sont jugées très faibles en raison de l'écologie opportuniste de l'espèce et au regard de son état de conservation excellent au sein de la ZPS.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310019 « Crau »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Goéland leucopnée (<i>Larus michahellis</i>)	Oui (faible)	10 à 20 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne		4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Très faibles
						Hivernage	Non significative	-	-	-						
Grand cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Hivernage (100-400 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
Héron garde-bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>)	Oui (forte)	5 à 10 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
						Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310019 « Crau »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Œdicnème criard <i>(Burhinus oedicnemus)</i>	Oui (forte)	1 à 2 couples	0.14-0.25%	Moyen	Faible	Reproduction (700 à 800 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	147	1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanent e	Risque modéré	Faibles
												2 (13,5 ha)	Direct	Permanent e		
												3 (14,2ha)	Direct	Permanent e		
												4	Indirect	Temporaire		
												5 (4 ha)	Direct	Temporaire		
Martin-pêcheur d'Europe <i>(Alcedo atthis)</i>	Oui (Modérée)	1 à 2 individus	Nq	Faible	Faible	Sédentaire (2-5 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	330'	4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Très faibles
Milan noir <i>(Milvus migrans)</i>	Non (espèce opportuniste et nécrophage)	3 à 4 couples	4-6%	Moyen	Faible	Concentration (100-500 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	406	1 (1 à 2 couples + juvéniles)	Direct	Permanent e	Risque modéré	Faibles
												2 (4,8 ha)	Direct	Permanent e		
												3 (7,5 ha)	Direct	Permanent e		
												4	Indirect	Temporaire		



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus lors des travaux 2 : Destruction d'habitat de reproduction 3 : Destruction d'habitat d'alimentation 4 : Dérangement d'individus 5 : Altération d'habitats d'espèces (OLD)			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310019 « Crau »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce					
						Reproduction (50-100 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non- isolée	Excellente		5 (3,9 ha)	Direct	Temporaire		
Mouette mélanocéphale <i>(Ichthyaetus melanocephalus)</i>	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Hivernage (1000-2000 i)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non- isolée	Bonne		4	Indirect	Temporaire	Risque très faible	Négligeable
Rollier d'Europe <i>(Coracias garrulus)</i>	Oui (Modérée)	1 couple	0.77-1%	Faible	Faible	Reproduction (100-130 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non- isolée	Excellente		1 (1 couple + juvéniles)	Direct	Permanente	Risque faible	Faibles
												2 (5,5 ha)	Direct	Permanente		
												3 (23,1 ha)	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
												5 (7,3 ha)	Direct	Temporaire		

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle



8. BILAN DES ATTEINTES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000 CONSIDERES

Voici le bilan dressé pour l'ensemble des sites retenus pour cette évaluation appropriée :

Tableau 32. Synthèse des atteintes du projet sur les sites Natura 2000 considérés

Site Natura 2000 considéré	Habitat évalué	Habitat naturel / Espèce évalué	Nature de l'atteinte	Niveau de l'atteinte	Commentaire
ZSC FR9301590 « Le Rhône aval »	Alimentation Transit	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Nulles	-
	Alimentation Transit Gîte	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faibles	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	Alimentation Transit	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Nulles	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit Gîte	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faibles	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	Alimentation Transit	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Nulles	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Alimentation Transit	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faibles	Perte sèche d'habitat d'alimentation



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Site Natura 2000 considéré	Habitat évalué	Habitat naturel / Espèce évalué	Nature de l'atteinte	Niveau de l'atteinte	Commentaire
	Gîte				
	Alimentation Transit	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »	Habitat d'alimentation en période de nidification	Busard des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>)	Dérangement	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Habitat d'alimentation hors période de nidification	Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	Dérangement	Négligeable	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Habitat de nidification	Milan noir (<i>Milvus migrans</i>) Œdicnème criard (<i>Burhinus oedicanus</i>) Rollier d'Europe (<i>Caracaras garrulus</i>) Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faible	Perte sèche d'habitat de nidification
	Habitat de reproduction à proximité	Huîtrier pie (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Dérangement	Très faible	Dérangement en période de nidification et d'alimentation (bord de la Darse n°1)
	Habitat d'alimentation à proximité immédiate	Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>)			
	Transit	Grand cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>) Héron cendré (<i>Ardea cinerea</i>) Héron garde-bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>) Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyophaga melanocephala</i>) Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>) Sterne Hansel (<i>Gelochelidon nilotica</i>) Sterne naine (<i>Sternula albifrons</i>) Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	Dérangement	Négligeable	Dérangement en transit



Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000

Site Natura 2000 considéré	Habitat évalué	Habitat naturel / Espèce évalué	Nature de l'atteinte	Niveau de l'atteinte	Commentaire
ZPS FR9310019 « Crau »	Transit	Goéland leucophée (<i>Larus michahellis</i>) Grand cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>) Héron garde-bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>) Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyophaga melanocephala</i>)	Dérangement	Négligeable	Dérangement en transit
	Habitat de nidification	Milan noir (<i>Milvus migrans</i>) Œdicnème criard (<i>Burhinus oedipnemos</i>) Rollier d'Europe (<i>Coracias garrulus</i>)	Destruction d'habitat Dérangement	Faible	Perte sèche d'habitat de nidification
	Habitat d'alimentation à proximité immédiate	Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>)	Dérangement	Très faible	Dérangement en période de nidification et d'alimentation (bord de la Darse n°1)

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle
---------------	------------------------------



PARTIE 3 : MESURES D'ATTENUATION



1. MESURES PROPOSEES POUR ATTENUER LES ATTEINTES DU PROJET

Les mesures d'évitement et de réduction peuvent être de plusieurs types :

- **Evitement/réduction amont**, à savoir l'évitement permettant d'aboutir à la variante retenue,
- **Evitement/réduction géographique**, une fois la variante retenue, il s'agit par exemple d'un balisage et d'un évitement d'une station protégée,
- **Evitement/réduction technique**, comme ne pas utiliser de produit phytosanitaire,
- **Evitement/réduction temporel**, comme le calendrier de travaux.

1.1. Synthèse des mesures d'évitement et de réduction

Un total de 13 mesures d'évitement a été proposé dans le cadre du Volet Naturel d'Etude d'impacts du projet Mistral (2604-RP5848-VNEI -IND-MISTRAL-FOS_SUR_MER13). Voici le récapitulatif issu du VNEI présentant l'efficacité des mesures en fonction des impacts relevés par groupe taxonomique :

	Habitats naturels	Flore	Invertébrés	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux	Mammifères terrestres	Chiroptères
Mesure R1 : Adaptation du calendrier de démarrage des travaux en fonction de la phénologie des espèces (automne)	0	0	+	++	++	++	++	++
Mesure R2 : Défavorabilisation écologique en faveur de l'herpétofaune et des mammifères terrestres	0	0	0	++	++	0	++	0
Mesure R3 : Sauvetage de la petite faune protégée en amont des travaux	0	0	0	+++	+	0	+	0
Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière	0	0	++	+	+	++	+	++
Mesure R5 : Adaptation de la clôture à la présence de la faune	0	0	+	+	+	0	++	+
Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD	+	+	+	0	0	+	+	++
Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	+	+	0	+	+	+	+	+++
Mesure R8 : Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique	0	++	++	+	+	+	+	++
Mesure R9 : Adaptation des pratiques lors du défrichement	0	0	++	++	++	++	++	+



	Habitats naturels	Flore	Invertébrés	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux	Mammifères terrestres	Chiroptères
Mesure R10 : Limitation des emprises travaux	++	++	++	++	++	++	++	++
Mesure R11 : Gestion écologique des OLD	+	+	++	++	++	++	++	++
Mesure R12 : Plantation de linéaires et petits bosquets à Argousiers	0	0	+++	+	+	+	+	+
Mesure R13 : Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes	++	++	+	+	+	+	+	+

Légende : les sigles 0 et + n'entraînent pas de réduction significative des impacts. A l'inverse seuls les sigles ++ et +++ entraînent une réduction significative des impacts (qui permet de diminuer d'au moins un niveau d'impacts)

Parmi ces mesures, 7 présentent un bénéfice direct sur les espèces Natura 2000 et sont présentées dans le tableau ci-après.

Mesure	Habitat naturel / Espèce ciblé	Site Natura 2000 concerné	Coût de la mesure
Mesure R1 : Adaptation du calendrier de démarrage des travaux en fonction de la phénologie des espèces (automne)	Œdicnème criard Milan noir Rollier d'Europe Tadorne de Belon Murin à oreilles échancrées	ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval » ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles » ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche » ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone » ZPS FR9310064 « CRAU »	Inclus dans le coût global du projet
Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière	Œdicnème criard Milan noir Rollier d'Europe Tadorne de Belon Grand Rhinolophe Petit Murin Minoptère de Schreibers Murin à oreilles échancrées Grand Murin		Inclus dans le coût global du projet
Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD	Murin à oreilles échancrées		Suivi (AMO) : inclus dans le coût total AMO Suivi Chauves-souris : inclus dans le suivi global faune-flore
Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	Murin à oreilles échancrées		Martelage et marquage 1800 € H.T. Abattage inclus dans le coût global du projet
Mesure R8 : Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique	Grand Rhinolophe Petit Murin Minoptère de Schreibers Murin à oreilles échancrées		Inclus dans le coût global du projet

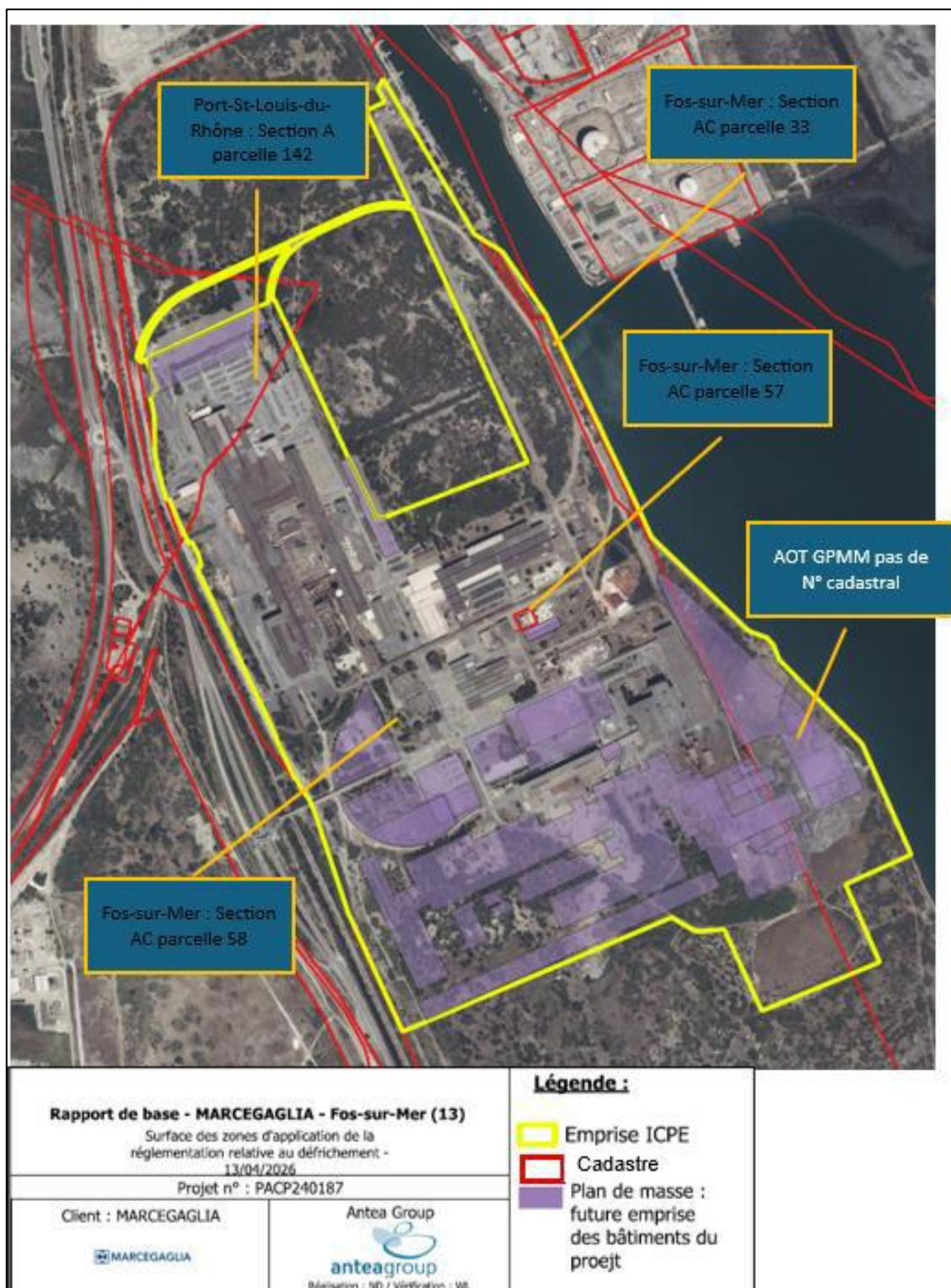


Mesure	Habitat naturel / Espèce ciblée	Site Natura 2000 concerné	Coût de la mesure
	Grand Murin		
Mesure R10 : Limitation des emprises travaux	Œdicnème criard Milan noir Rollier d'Europe Tadorne de Belon Grand Rhinolophe Petit Murin Minoptère de Schreibers Murin à oreilles échancrées Grand Murin		Inclus dans le coût global du projet
Mesure R11 : Gestion écologique des OLD	Œdicnème criard Milan noir Rollier d'Europe Tadorne de Belon Grand Rhinolophe Petit Murin Minoptère de Schreibers Murin à oreilles échancrées Grand Murin		Encadrement écologique des premières opérations d'entretien 2 500€ HT Coût global inclus dans le fonctionnement global du projet

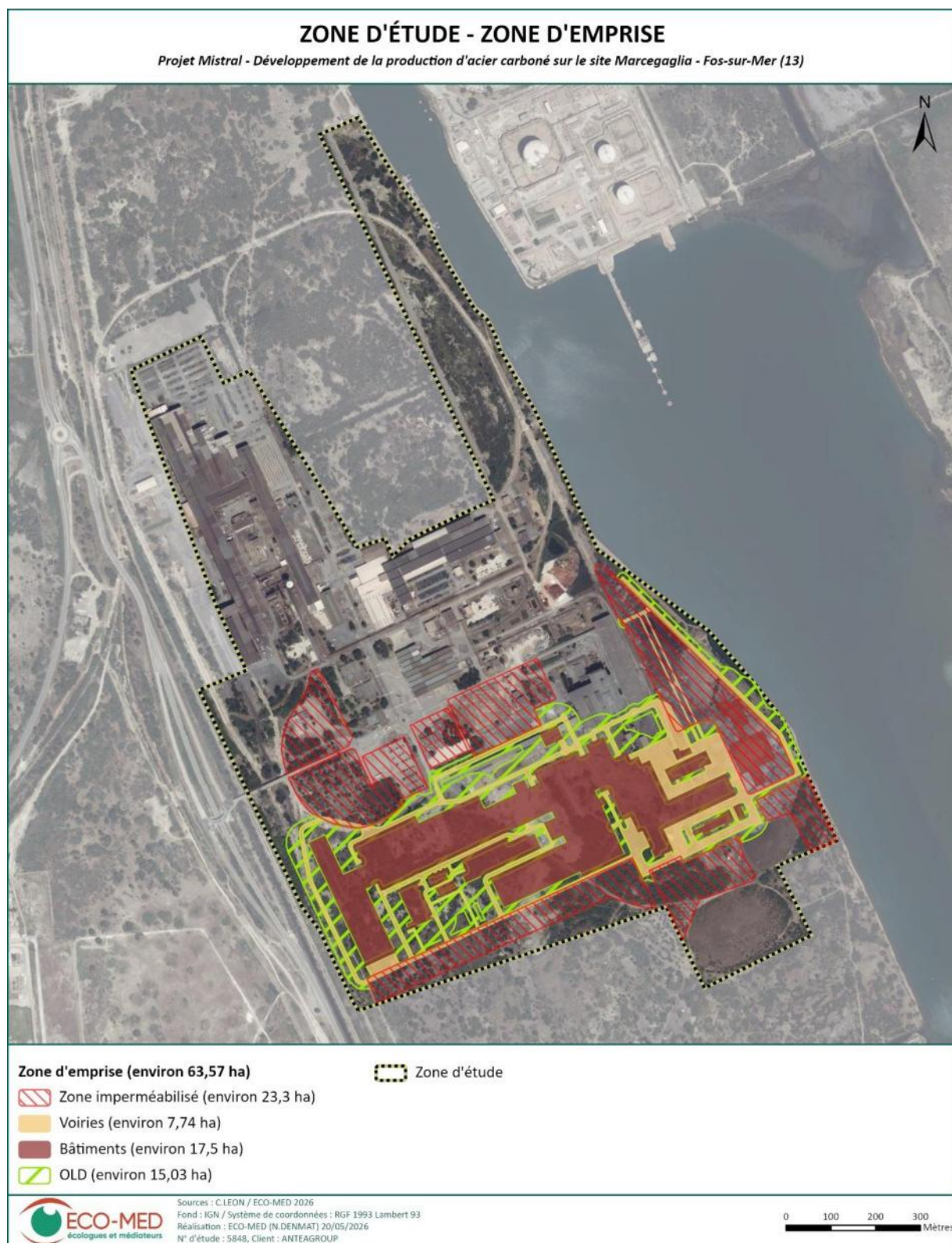
1.2. Séquence itérative amont : aboutissement à la variante d'implantation retenue

Le pétitionnaire a travaillé plusieurs mois voire années sur la définition de son plan de masse projet, à l'échelle de son périmètre ICPE et de l'usine actuelle. Avec l'aide de diagnostics écologiques globaux, il s'est dégagé que le secteur nord-est de l'ICPE présentait un potentiel écologique notable, bien que dégradé. **Cette zone a ainsi bénéficié d'une exclusion de la zone projet MISTRAL.**

Par la suite, le projet a été remodelé pour se concentrer dans le secteur sud du périmètre ICPE pour obtenir la variante du plan de masse sur laquelle est basée l'évaluation des impacts.



Carte 22 : Parcelles cadastrales du périmètre ICPE et projection du plan de masse (source ANTEA GROUP)



Carte 23 : Emprises des différents types d'aménagements et localisation des OLD

1.3. Mesures de réduction



■ **Mesure R1 : Adaptation du calendrier de démarrage des travaux de défrichement en fonction de la phénologie des espèces**

Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces à enjeu					Code de la mesure : R1							
					Lien avec autres mesure :							
E	R	C	A	R3.1a - Adaptation de la période des travaux sur l'année								
Thématique environnementale :				Milieux naturels		Paysage		Air / Bruit				
Objectif de la mesure : Cette mesure a pour objectif d'éviter, ou du moins réduire la probabilité de destruction d'individus en période de reproduction et de limiter les effets du dérangement. Le maître d'ouvrage s'engage à respecter cette mesure telle qu'elle est présentée ci-dessous.												
Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Invertébrés, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères</i>												
Méthode : Travaux de défrichement : à prévoir durant la période de moindre sensibilité des différents compartiments biologiques, soit durant le mois d'octobre (voire de mi-septembre à novembre si le défrichement ne peut être réalisé en un mois) . Autres travaux : dans la continuité des travaux précédents. Eviter toute interruption de longue durée afin de minimiser les risques de recolonisation par des espèces pionnières ou opportunistes.												
Calendrier de la mesure : <u>Invertébrés :</u> Périodes plus sensibles : printemps + été + début automne												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Orange			Rouge					Orange			
	Période de grande sensibilité (émergence, reproduction, ponte, mise bas, émancipation des jeunes) Période de sensibilité moyenne (formes en dormance : chrysalides, œufs - hibernation des imagos)											
<u>Amphibiens / Reptiles :</u> Pour les amphibiens et les reptiles les sensibilités les plus importantes correspondent aux périodes de reproduction (mars à juin), de dispersion des juvéniles (période estivale) et de diapause (hibernation et estivation). Il conviendra donc d'éviter en priorité ces périodes lors des travaux de libération des emprises et de débiter ces derniers entre mi-septembre et la fin du mois d'octobre.												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Rouge		Rouge					Vert				Rouge
<u>Oiseaux :</u> Concernant les oiseaux, la sensibilité est plus élevée en période de nidification que lors des autres périodes du cycle biologique (migration, hivernage, etc.). De façon générale également, cette période de nidification s'étend du mois de mars pour les espèces les plus précoces (Cisticole des joncs, Œdicnème criard) au mois de septembre inclus pour les espèces les plus tardives (Faucon hobereau). Aussi, il est préconisé de ne pas démarrer les travaux de libération des emprises												



Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces à enjeu	Code de la mesure : R1
	Lien avec autres mesure :

(défrichement/terrassement) ou, à défaut, de construction, à cette époque de l'année, ce qui entraînerait une possible destruction de nichées (œufs ou juvéniles non volants) d'espèces à enjeu et/ou protégées et un dérangement notable sur les espèces en cours de reproduction.

Cette mesure sera d'autant plus efficace pour les espèces migratrices qui passent l'hiver en Afrique. Un démarrage des travaux durant cette période ne les affectera pas. Une fois débutés en dehors de cette période, les travaux de préparation du terrain peuvent être poursuivis même durant la période de reproduction uniquement si les travaux s'effectuent sans interruption. En effet, les oiseaux, de retour de leurs quartiers d'hivernage africains et/ou sédentaires, ne s'installeront pas dans le secteur du chantier, du fait des perturbations engendrées.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique vis-à-vis des oiseaux			Reproduction									

	Période sans sensibilité notable
	Période pendant laquelle des précautions sont à prendre en considération
	Période sensible

Mammifères terrestres :

Les périodes sensibles pour les six espèces considérées présentes dans la zone d'étude, Putois d'Europe, Crocidure des Jardins, Hérisson d'Europe, Lapin de garenne, Rat des moissons et Campagnol provençal, se situent principalement au printemps et en été (de **mars à septembre**). Ces périodes correspondent aux phases de reproduction et d'élevage des jeunes. Il est donc fortement recommandé d'éviter tout démarrage de travaux durant cette période afin d'éviter la destruction des nids, gîtes et individus.

L'hivernation, qui s'étend de décembre à février, constitue une autre période sensible pour le Hérisson d'Europe, durant laquelle les individus entrent en léthargie au sol. Il est donc crucial de prendre des précautions spécifiques en fonction des travaux à effectuer.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Hibernation		Reproduction et élevage des jeunes									

Chiroptères :

Périodes sensibles : printemps + été + hiver

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Hibernation											Hibernation


Points de vigilance

La phénologie des espèces est calée sur la température moyenne extérieure quelle que soit la localisation et quelle que soit l'espèce considérée. La phénologie considérée est donc toujours théorique et il peut être nécessaire de procéder à des ajustements par rapport à un calendrier prévisionnel.

 Estimation financière	
Mesure : Intégrée au coût global du projet	Pour mémoire (p.m.)



■ **Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière**

Mise en place d'une limitation de la vitesse à 30 km/h pour réduire les risques de collision routière				Code de la mesure : R4	
				Lien avec autres mesures : R7, A4	
E	R	C	A	R2.2a – Action sur les conditions de circulation (ferroviaire, routier, aérien, maritime)	
Thématique environnementale :			Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Afin de limiter les risques de collisions avec la faune encore présente dans les réservoirs biologiques en phase d'exploitation de l'usine, il sera mis en place une limitation de vitesse à 20 km/h.					
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Ciblé sur l'ensemble de la faune, tous les groupes biologiques étant concernés par les risques de collision</i>			 Calendrier de la mesure : Durant toute la phase d'exploitation		
 Méthode : Il sera mis en place, selon les règles régissant la signalisation routière française, des panneaux de limitation de vitesse à 20 km/h. La distance inter-panneau sera de 400 m.					
 Matériel nécessaire : Un ensemble de panneaux de limitation de vitesse à 20 km/h de référence SP-V-B14.20.					
 Estimation financière					
Matériel		Panneau de limitation de vitesse à 20 km/h de référence SP-V-B14.20.		Environ 100 € H.T. par panneaux	

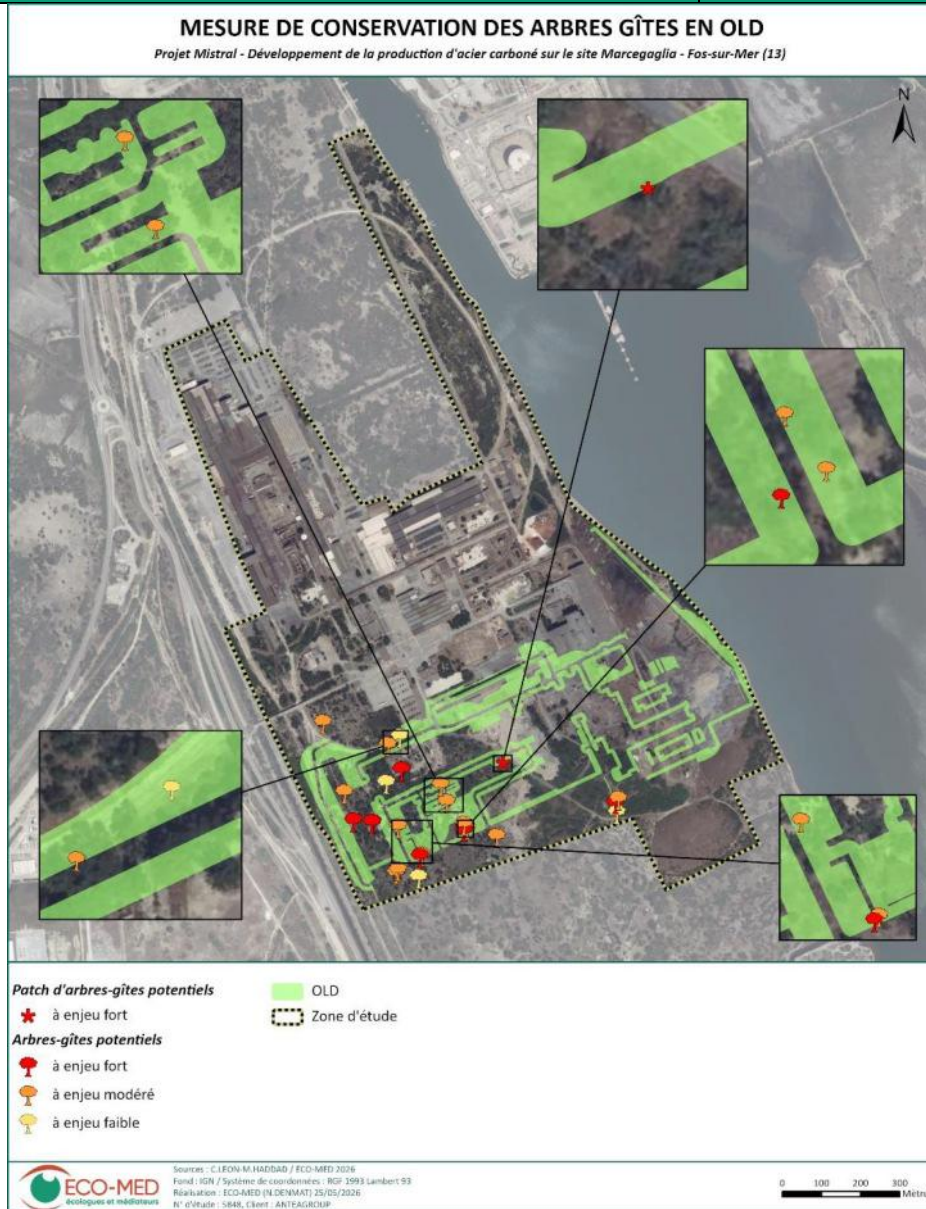
■ **Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD**

Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD				Code de la mesure : R5		
				Liens avec autres mesures : R6		
E	R	C	A	E2.1a et E2.2a - Balisage préventif divers ou mise en défens ou dispositif de protection d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables		
Thématique environnementale :				Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit / Lumière
 Objectif de la mesure : Limiter la perte d'habitat de gîte en maintenant un réseau connecté de gîtes arboricoles disponibles						
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <u>Chauves-souris</u> : arboricoles				 Calendrier de la mesure :		



Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD		Code de la mesure : R5
		Liens avec autres mesures : R6
	En amont des travaux : - Identification des arbres gîtes à conserver - Mise en défens des arbres concernés Conservation des arbres gîtes : durant toute la durée de fonctionnement	
 Méthode : 1. Identifier - Identifier les arbres présents en OLD qui pourront être conservés tout en respectant les modalités techniques de débroussaillage de l'arrêté préfectoral en vigueur - Marquer et baliser les arbres gîtes potentiels présents dans les OLD 2. Conserver - Conserver les arbres gîtes potentiels avec l'installation d'un dispositif de mise en défens de 2m autour du pied de l'arbre à l'aide de piquet et de chaînette		
 Localisation de la mesure		

Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD	Code de la mesure : R5
	Liens avec autres mesures : R6



Carte 24 : Localisation des arbres dans les OLD
(Source : ECOMED)



Points de vigilance

Si un arbre gîte potentiel présente une instabilité et un risque potentiel pour la sécurité des biens et/ou des personnes il fera l'objet d'une autre mesure de réduction concernant l'abattage de moindre impact



Modalités de suivi :

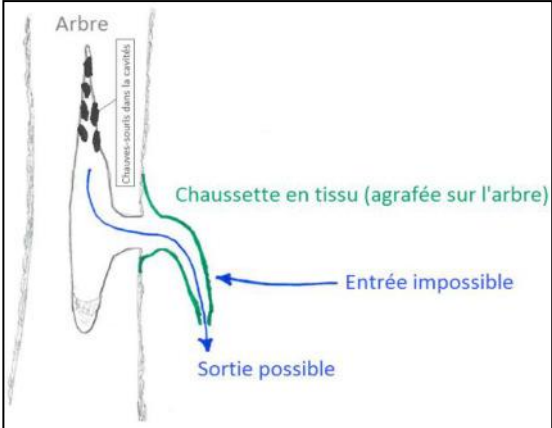
- Identification des arbres à conserver en accompagnement avec un écologue
- Suivi des arbres conservés par un écologue



Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD		Code de la mesure : R5
		Liens avec autres mesures : R6
Indicateurs suivis : - Nombre d'éléments conservés - Fonctionnalité des gîtes dans les arbres conservés		
 Estimation financière :		
Mesure : Intégrée au coût global du projet	Suivi (AMO) : inclus dans le coût total AMO Suivi Chauves-souris : inclus dans le suivi global faune-flore	

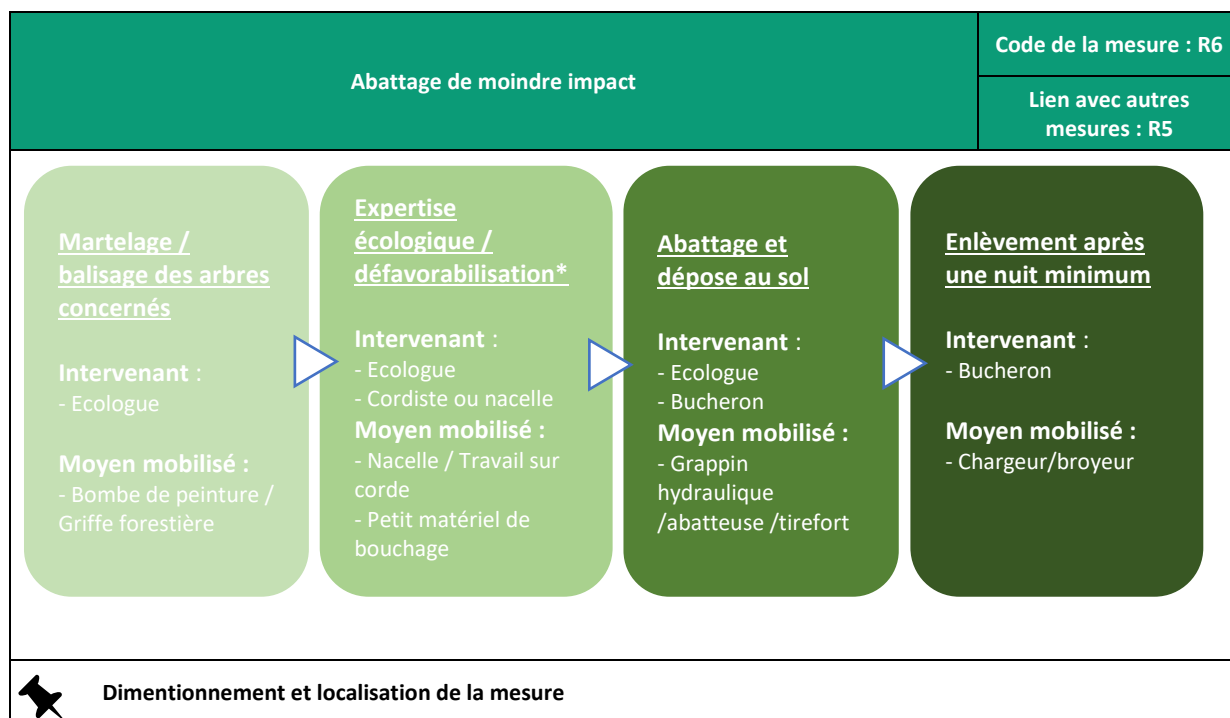
■ Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels

Abattage de moindre impact				Code de la mesure : R6																																											
				Lien avec autres mesures : R5																																											
E	R	C	A	R2.1.o : Réduction technique en phase travaux																																											
Thématique environnementale :				Milieux naturels				Paysage		Air / Bruit																																					
 Objectif de la mesure : Abattre l'arbre gîte en dehors des périodes les plus sensibles, à savoir l'hibernation (Mi-Novembre à mars) et mise bas (Mai-août) Permettre la fuite des chiroptères pour éviter la destruction d'individus																																															
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : <i>Chiroptères arboricoles</i> <i>Oiseaux cavernicoles</i>				 Calendrier de la mesure : <table><tr><th>J</th><th>F</th><th>M</th><th>A</th><th>M</th><th>J</th><th>J</th><th>A</th><th>S</th><th>O</th><th>N</th><th>D</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Période à proscrire Période de moindre sensibilité								J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																								
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																
 Méthode : Cas des arbres à enjeu très fort : Colonie de reproduction avérée : - Sortie de gîte effectuée par un chiroptérologue à l'aide de détecteur ultrasons (SM2,SM4...) ou caméra thermique pour évaluer la présence de chiroptères et leur activité - expertise sur les arbres (en milieux urbains par nacelle et endoscope ; en boisement ou bocage par un cordiste élagueur) pour avérer des gîtes occupés, ou justement non occupés au moment des prospections et ainsi de pouvoir boucher (simple toile ou système de non-retour selon le type de cavité (cf schéma ci-dessous) certaines cavités visibles et non occupées.																																															

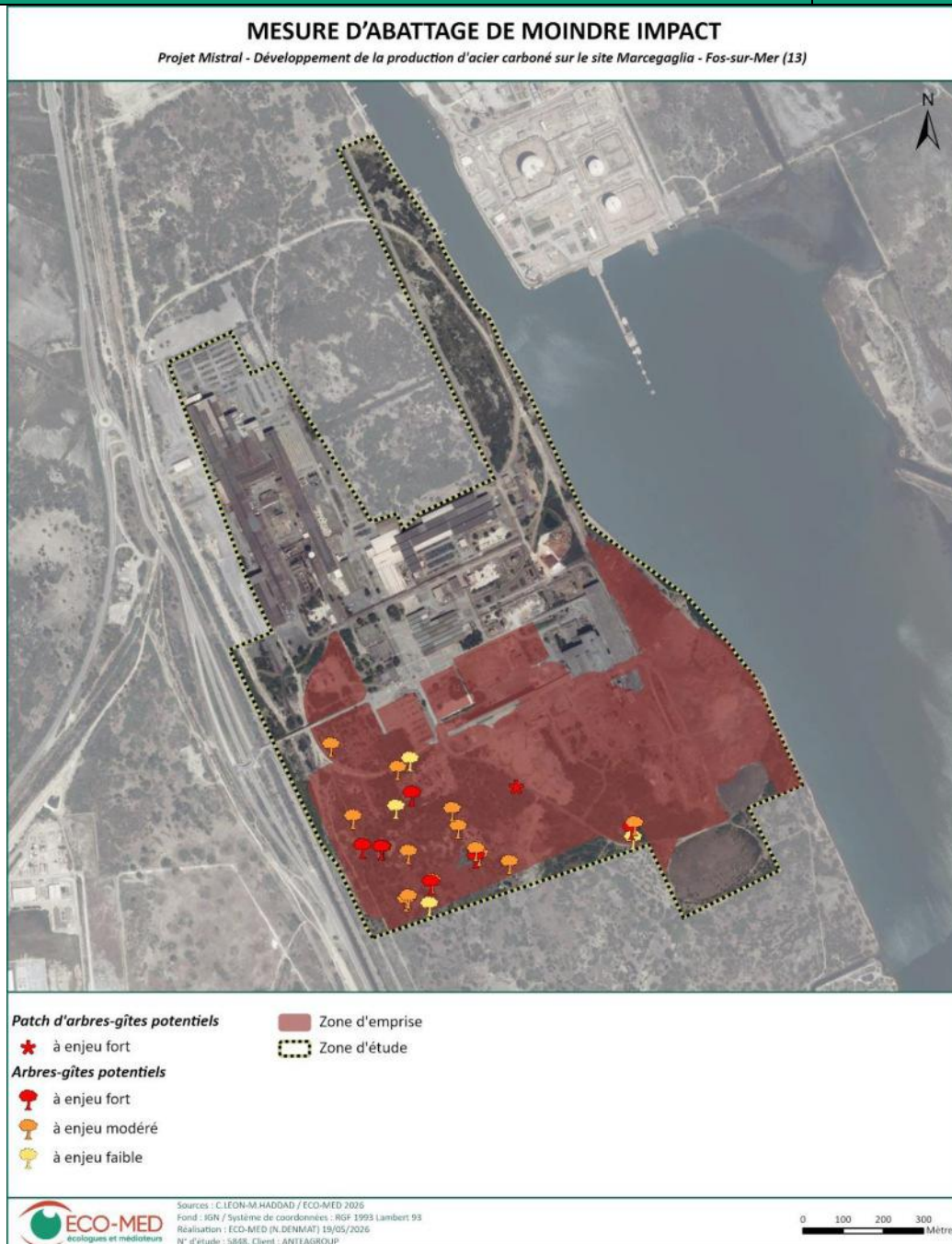
Abattage de moindre impact	Code de la mesure : R6
	Lien avec autres mesures : R5
 Arbre Chaussette soulevée dans la cavité Chaussette en tissu (agrafée sur l'arbre) Entrée impossible Sortie possible Schéma de principe d'un dispositif « anti-retour »	 Système anti-retour sur cavité d'un arbre-gîte potentiel J. PRZYBILSKI, 27/08/2015, Codolet (30) En cas de détection de chiroptères, l'abattage devra être reporté, un suivi par caméra thermique pourra permettre de suivre la sortie des individus. La méthode d'abattage appliquée après des expertises est la même que pour les arbres à enjeux faibles à fort, décrite ci-dessous. Cas des arbres à enjeu faible à fort : Il s'agit d'arbres susceptibles d'accueillir des chiroptères, notamment en transit et hivernage, mais pour lesquels la présence n'a pas été avérée. Pour ces arbres, aucune expertise complémentaire ni aucune défavorabilisation ne sera réalisée, considérant que les déplacements des chiroptères entre plusieurs gîtes rendent ces prospections aléatoires. Abattage de moindre impact : Il existe deux méthodes ; le choix dépendra de l'architecture de l'arbres et des contraintes techniques. <u>Méthode 1</u> : Elle consiste à saisir l'arbre avec un grappin hydraulique ou une abatteuse, puis à le tronçonner à la base sans l'ébrancher. Ensuite, l'arbre sera déposé délicatement sur le sol à l'aide du grappin ou de l'abatteuse et laissé <i>in-situ</i> jusqu'au lendemain, ce qui permet aux chiroptères (en cas de présence non détectée) de s'échapper. Le grappin hydraulique sera utilisé pour des arbres isolés, alors que l'abatteuse pourra être utilisée dans le cadre de défrichement ou coupe importantes.

Abattage de moindre impact	
Code de la mesure : R6	Lien avec autres mesures : R5
	
Exemple de dépose délicate d'un tronc creux au grappin hydraulique	
	
Abattage à l'aide d'une abatteuse et d'une tronçonneuse	

Abattage de moindre impact	Code de la mesure : R6
	Lien avec autres mesures : R5
  Abattage à l'aide d'une pelle mécanique et d'une tronçonneuse <u>Méthode 2</u> : Elle consiste en un « démontage » de l'arbre (tronçon par tronçon, de haut en bas), sans l'ébrancher. Chaque tronçon devant être posé délicatement au sol à l'aide d'un grappin hydraulique et laissé <i>in-situ</i> jusqu'au lendemain, ce qui permet aux chiroptères (en cas de présence non détectée) de s'échapper. <i>En cas de terrain difficile d'accès (forte pente, absence de piste,...), l'abattage de moindre impact peut être réalisé à l'aide de tronçonneuse à main et de tire-fort. Ces abattages restent difficiles et moins soignés.</i> Pour les arbres senescents abritant des insectes saproxylophages, il peut être demandé de laisser l'arbre au sol se décomposer.  Matériel nécessaire : <i>Selon les contraintes techniques</i> ➤ Nacelle ou cordiste équipé ➤ Grappin hydraulique ou tire-fort ➤ Abatteuse et tronçonneuse à main ➤ Petit matériel de bouchage	



Abattage de moindre impact	Code de la mesure : R6
	Lien avec autres mesures : R5



Carte 25 : Carte de localisation des arbres gîtes



Points de vigilance

L'expertise des arbres-gîtes se heurte à des contraintes techniques liées au travail en hauteur et à l'impossibilité de prospecter totalement certaines cavités profondes, ECO-MED ne peut donc pas toujours garantir l'absence de chiroptères dans les arbres.



Abattage de moindre impact		Code de la mesure : R6
		Lien avec autres mesures : R5
Les méthodes d'abattage proposées ici restent dépendante de la faisabilité technique de ces travaux, soumis à une multitude de facteurs (état sanitaire de l'arbre, terrain, vent, expérience et habileté des bucherons...) qui ne relèvent pas de la compétence d'ECO-MED		
 Modalités de suivi Présence de l'écologue aux étapes 1, 2 et 3		
 Estimation financière		
Martelage et balisage des arbres gîtes	2 jours écologue	1800 € H.T.
Abattage de moindre impact	A faire juste avant le début du défrichement, avec les engins utilisés pour défricher	Inclus dans le cout global du projet

■ Mesure R8 : Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistiques

Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique				Code de la mesure : R7
				Liens avec autres mesures :-
E	R	C	A	
Thématique environnementale :		Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit / Lumière
 Objectif de la mesure : L'objectif de cette mesure est de réduire l'impact lumineux sur les chauves-souris et le reste de la faune nocturne <i>La notion de « pollution lumineuse » a été introduite dans le droit de l'environnement en France par le Grenelle de l'environnement. Elle est définie comme une présence nocturne anormale de lumière pouvant avoir des conséquences sur les écosystèmes (RICH AND LONGCORE, 2006). En effet, sachant que plus de 30 % des mammifères et plus de 60 % des invertébrés sont nocturnes (HÖLKER et al., 2010), l'introduction de lumière artificielle dans l'environnement pourrait perturber les rythmes biologiques et écologiques des espèces. Il est donc important de prendre en compte la qualité de l'environnement nocturne dans les réseaux écologiques, l'établissement, la protection et la gestion de corridors afin de favoriser leurs utilisations par la biodiversité nocturne (RICH AND LONGCORE, 2006). Pour ces raisons, la notion de Trame noire vient compléter la Trame verte et la Trame bleue dans le Grenelle 2. En effet, il a été démontré que l'introduction de l'éclairage artificiel dans l'environnement peut perturber la dynamique des populations en modifiant la physiologie, la mortalité et la perturbation des rythmes biologiques des espèces.</i> <i>Par exemple, certains oiseaux se reproduisant près de lampadaires chantent plus précocement que des individus se reproduisant dans une forêt (LOE et al., 2010).</i> <i>Chez les mammifères terrestres, il a été observé des modifications de leurs comportements de recherche de nourriture, de leur horloge biologique et également une augmentation de risque de prédation et de collisions routières à cause d'un éblouissement (BEIER et al., 2006). Pour exemple, les micros-mammifères se nourrissent moins dans les zones fortement éclairées, phénomène également constaté chez les lagomorphes (BEIER, 2006, BIRD et al., 2004).</i>				

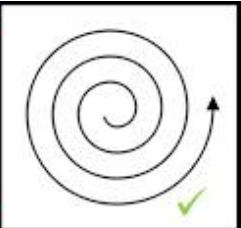
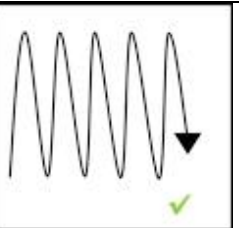


Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique		Code de la mesure : R7
		Liens avec autres mesures :-
Concernant les chauves-souris, trois principales causes de perturbations sont identifiées (HOLSBECK, 2008) : - des effets sur les colonies de reproduction, les gîtes d'hibernation et les reposoirs, - un effet de barrière visuelle contribuant à la fragmentation du paysage nocturne, - une interférence avec l'activité alimentaire incluant la distribution des proies et la compétition interspécifique, Il a également été montré des modifications sur les déplacements et les distributions d'espèces. Une utilisation ponctuelle peut être tolérée, en respectant l'arrêté sur la prévention, la réduction et la limitation des nuisances lumineuses du 27 décembre 2018 qui prescrit de nouvelles obligations réglementaires de gestion de l'éclairage. Certaines des préconisations qui suivent intègrent les nouvelles exigences ministérielles. Dans le cas présent : les éclairages extérieurs publics et privés.		
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Chiroptères et ensemble de la faune nocturne	 Période d'application de la mesure : Pendant toute la phase de chantier et de fonctionnement	
 Méthode : Les habitats présents dans la zone d'étude servent de corridors de transit et d'alimentation pour la majorité des espèces recensées. La mesure proposée vise à limiter l'impact de l'éclairage sur ces espèces tout en maintenant un niveau suffisant de sécurité publique. Ainsi, la prise en compte des éléments ci-après est impérative : Veiller à adopter un éclairage directionnel et à faible intensité : par l'installation des luminaires de faible puissance, orientés exclusivement vers le sol, afin de minimiser la dispersion lumineuse et réduire l'impact sur les corridors de transit et les zones d'alimentation des chauves-souris. Utilisation d'éclairages à teintes chaudes Opter pour des ampoules émettant une lumière chaude (teintes jaunes ou orange), qui sont moins perturbantes pour la faune nocturne, en évitant les teintes blanches ou bleues. Réduction de l'éclairage nocturne non essentiel Limiter l'éclairage aux stricts besoins opérationnels entre minuit et l'aube, périodes critiques d'activité des chauves-souris, en éteignant les zones non essentielles à la sécurité. Installation de minuteurs et détecteurs de présence Mettre en place des systèmes automatisés, tels que des minuteurs ou détecteurs de mouvement, pour n'activer l'éclairage qu'en cas de besoin immédiat, réduisant ainsi les perturbations lumineuses et la consommation énergétique. Création de zones d'obscurité préservée Identifier les zones sensibles de la carrière (ex. : abords des corridors écologiques ou gîtes d'alimentation) et supprimer tout éclairage dans ces espaces, afin de conserver l'obscurité nécessaire au maintien des habitats naturels et au comportement nocturne des chauves-souris.		
 Localisation de la mesure : Ensemble de la zone d'emprises et ses OLD		
 Points de vigilance :		



Adaptation de l'éclairage nocturne aux activités faunistique		Code de la mesure : R7
		Liens avec autres mesures :-
La définition des modalités d'aménagement doit être inscrit dans le cahier des charges imposé au(x) prestataire(s) retenu(s). La collaboration avec un écologue lors de la conception du CCTP pour les aménagements extérieurs permettrait de valider et d'appliquer la mesure en veillant au bon respect des préconisations.		
 Modalités de suivi : Vérification du bon respect de la mesure par des audits écologiques en phase de chantier		
 Estimation financière :		
Mesure : Intégrée au coût global du projet		Suivi : Compris dans la mission d'AMO de chantier

■ Mesure R9 : Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts

Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts				Code de la mesure : R4																											
E	R	C	A																												
Thématique environnementale :		Milieux naturels		Paysage		Air / Bruit																									
 Objectif de la mesure : Réduire les impacts du défrichement sur la petite faune, en adaptant la pratique de manière à permettre la fuite des individus vers les milieux naturels situés en périphérie.																															
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Herpétofaune, mammifères, entomofaune, ornithofaune				 Calendrier de la mesure : <table><tr><td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																				
 Méthode : Le défrichement sera réalisé de façon concentrique de l'intérieur vers l'extérieur.    Schéma d'un débroussaillage vertueux (Source : Var.gouv)																															
 Localisation de la mesure : Intégralité des emprises à défricher																															
 Points de vigilance -																															



Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts		Code de la mesure : R4
 Modalités de suivi Suivi de l'application de la mesure réalisé dans le cadre de l'AMO général.		
 Estimation financière		
Compris dans la mission d'AMO de chantier		



■ Mesure R10 : Limitation des emprises travaux

Limitation des emprises travaux				Code de la mesure : R3	
				Lien avec autres mesures : R2	
E	R	C	A		
Thématique environnementale :			Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : Limiter strictement les emprises aux surfaces nécessaires pour les travaux.					
 Espèce(s) ciblées : toutes espèces			 Calendrier de la mesure : Mise en défens avant travaux, pendant travaux, après travaux		
 Méthode : - Repérage et accompagnement lors des bornages et délimitation de la parcelle du géomètre expert et des responsables du chantier par un écologue professionnel mandaté. - Marquer les limites du chantier physiquement dès ce bornage, de manière à éviter tout impact accidentel sur des milieux naturels périphériques lors des travaux (défrichage, stockage de matériaux, circulation d'engins et de personnels. - Toute action en dehors de ces balisages sera proscrite dans la charte des entreprises intervenantes, sauf accord expresse d'un écologue professionnel.					
 Localisation de la mesure Tout le périmètre des emprises					
 Points de vigilance -					
 Modalités de suivi Suivi sur toute la durée du chantier, réalisé dans le cadre de l'AMO général.					
 Estimation financière					
Compris dans la mission d'AMO de chantier					

■ Mesure R11 : Gestion écologique des OLD

Gestion écologique des OLD				Code de la mesure : R12			
				Lien avec autres mesures : -			
E	R	C	A	Réduction technique en phase fonctionnement			
Thématique environnementale				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	



Gestion écologique des OLD		Code de la mesure : R12																								
		Lien avec autres mesures : -																								
 Objectif de la mesure : Gestion écologique des habitats situés dans les emprises de l'OLD.																										
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Cette mesure est générale pour l'ensemble des compartiments biologiques et concerne l'entretien courant des OLD.	 Période favorable : <table border="1"><thead><tr><th>J</th><th>F</th><th>M</th><th>A</th><th>M</th><th>J</th><th>J</th><th>A</th><th>S</th><th>O</th><th>N</th><th>D</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D															
 Méthode : ➤ Entretien des zones débroussaillées (OLD) en accord avec les enjeux écologiques Cette mesure permettra de réduire les impacts du débroussaillage sur les habitats naturels, la faune et la flore des milieux ouverts principalement. Sur les zones à débroussailler et jouant un rôle de « coupe-feu » pour protéger les installations, une limitation des perturbations du projet doit être mise en place pour préserver les espèces à enjeux localisées au sein de ces futures zones débroussaillées ou qui seront amenées dans le temps à les exploiter. En règle générale, cet entretien régulier (souvent annuel) n'est pas orienté vers la conservation d'enjeux écologiques, et peut induire un impact direct sur certains habitats et espèces. Ainsi, une mesure spécifique peut être apportée afin d'en réduire significativement l'impact. La mise en place et l'entretien de ces bandes OLD devront être réalisés en accord avec les sensibilités écologiques des espèces recensées/potentielles : - Une réflexion sur le maintien de certains arbustes voire arbres (arbres-gîtes potentiels par exemple) devra être engagée. En effet, la préservation de certains bosquets plus ou moins isolés n'est pas rédhibitoire avec la mise en place des OLD. Il s'agira d'effectuer un débroussaillage sélectif et alvéolaire, dans la bande des 20 à 50m. EN effet, dans la bande des 0 à 20m, il est impossible de mettre en place de l'alvéolaire ; - L'entretien régulier des OLD devra, quant à lui, être réalisé soit manuellement, soit à l'aide de moyens légers d'intervention au plus tôt dans la saison hivernale, en évitant la période printanière et estivale, de façon à ne pas détruire les espèces présentes dans les zones ouvertes. <u>Débroussaillage de type alvéolaire et sélectif (à appliquer sur la bande des 20-50m des OLD en fonction des recommandations du SDIS)</u> Ce type de débroussaillage permet de conserver à l'intérieur des OLD des îlots de végétation (pelouses, garrigue basse, arbustes, arbres) qui constitueront autant de refuges pour la flore et la faune, grâce notamment à la multiplication des effets de lisière. Les alvéoles seront bien entendu en grande partie calquées sur les stations à enjeu de conservation. Elles devront donc être définies en présence de l'expert écologue et faire l'objet d'un marquage.																										

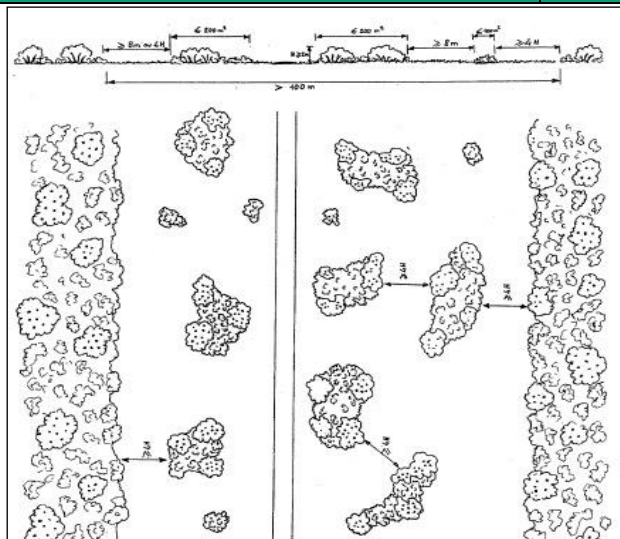
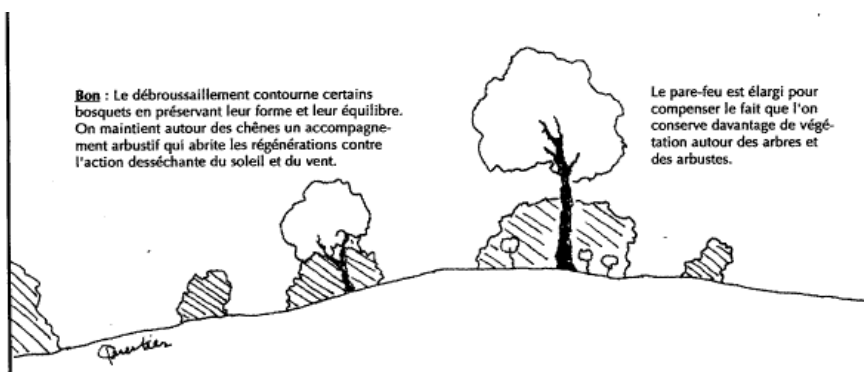


Illustration du traitement de la strate arbustive par le débroussaillage alvéolaire

JL. GUITON & L. KMIEC - ONF, 2000





Gestion écologique des OLD		Code de la mesure : R12			
		Lien avec autres mesures : -			
Illustration de la préservation de bosquets d'arbres et d'arbustes lors d'opérations de débroussaillage P. QUERTIER - ONF, 2000   Exemples de débroussaillage / gyrobroyage de type alvéolaire J. VOLANT, 10/05/2017, Le Castellet (13) Les abords de l'emprise du projet doivent faire l'objet d'un entretien réglementaire, dans le cadre des OLD. Or, la « bande à entretenir » autour du parc photovoltaïque pourrait intercepter en particulier des stations d'espèces de la faune protégée. Afin d'éviter toute destruction d'individus, le débroussaillage devra impérativement être réalisé en hiver. Dans ces conditions, ces OLD bien conduites pourraient favoriser la dynamique des végétaux liés aux milieux ouverts et le maintien ou la recolonisation par les insectes et autre petite faune qui y sont associés.					
 Localisation de la mesure Dans l'ensemble du périmètre des OLD.					
 Points de vigilance ➤ Eviter la fauche ou le débroussaillage durant le printemps et l'été pour ne pas impacter la flore ainsi que les insectes, ressource alimentaire de nombreuses espèces, ➤ Eviter toute utilisation d'engins mécaniques lourds pour le débroussaillage ou la fauche (risque de tassement ou de remaniement du sol). Privilégier une débroussailleuse à fil ou à disque voire même une motofaucheuse à barre de coupe, ➤ En cas de fauche ou de débroussaillage, éviter une gestion trop rase des strates herbacée et arbustive (milieux ouverts trop ras défavorables pour le Psammodrome d'Edwards et le Seps strié), ➤ Proscrire tout usage de produits phytocides,					
 Modalités de suivi Seul un suivi écologique de la bonne réalisation de la première année d'entretien annuel est préconisé ici					
 Estimation financière <table border="1"> <tr> <td>Encadrement écologique des premières opérations d'entretien de l'OLD (N+1)</td><td>2 jours de terrain/ + rédaction Inclus dans le cout global d'AMO</td><td>2 500€ HT</td></tr> </table>			Encadrement écologique des premières opérations d'entretien de l'OLD (N+1)	2 jours de terrain/ + rédaction Inclus dans le cout global d'AMO	2 500€ HT
Encadrement écologique des premières opérations d'entretien de l'OLD (N+1)	2 jours de terrain/ + rédaction Inclus dans le cout global d'AMO	2 500€ HT			

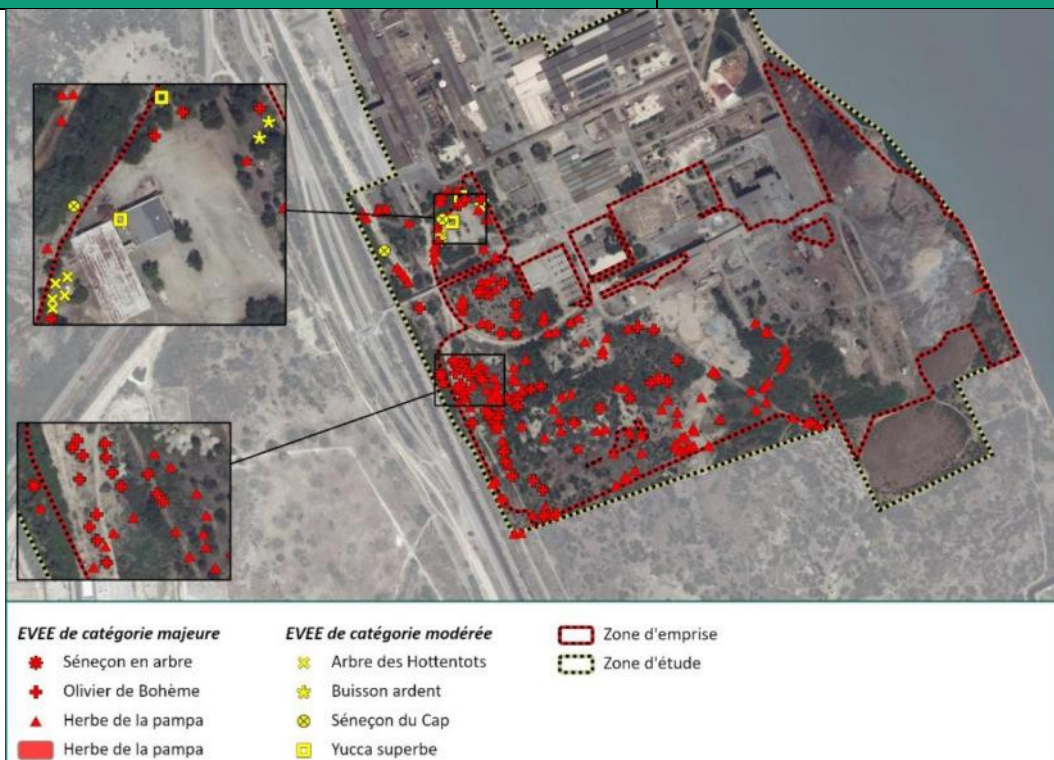
■ Mesure R13 : Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes



Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)				Code de la mesure : R8
				Lien avec autres mesures : -
E	R	C	A	C2.1b - Enlèvement / traitement d'espèces exotiques envahissantes (EEE)
Thématique environnementale :		Milieus naturels	Paysage	Air / Bruit
 Objectif de la mesure : La prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes est de nature à réduire l'attractivité de la mosaïque d'habitats et représente une réelle menace pour les espèces patrimoniales au niveau local, et plus généralement à une échelle très élargie. Cette mesure vise à éradiquer un maximum des EVEE et de lutter contre leur dissémination au niveau des interfaces du chantier. L'objectif de la mesure est ainsi de contrôler, lors de la phase travaux, le risque de dissémination de l'Herbe de la pampa et de l'Olivier de Bohème ainsi que l'installation de nouvelles espèces envahissantes lors du remaniement des sols.				
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : Favorable aux milieux naturels et espèces associées Lutte contre : <i>Herbe de la pampa, Olivier de Bohème</i>		 Calendrier de la mesure : Avant le démarrage des travaux/au début des travaux		
 Méthode : Les individus d'Herbe de la pampa (<i>Cortaderia selloana</i>) et d'Olivier de Bohème (<i>Elaeagnus angustifolia</i>) devront être extraits selon la méthode suivante : ✓ Arrachage mécanique du plan à l'aide d'une pelle/mini-pelle ✓ L'intégralité des végétaux, feuilles, racines et pieds devront être soigneusement retirés et disposés dans des bâches afin d'être évacués vers un centre de traitements des déchets ou enterré sous les emprises de nouveaux bâtiments (stockage étanche nécessaire en attente de l'enfouissement). ✓ Gestion des rémanents : cette espèce peut réapparaître même après l'arrachage en raison de la présence de graines ou d'autre d'élément. Les jeunes pieds peuvent être arrachés manuellement et pourront donc faire l'objet d'un arrachage à l'aide d'outils et de gants. Ici aussi, il faudra veiller à retirer un maximum de chaque individu, racines comprises et à évacuer correctement les végétaux vers un centre de traitement des déchets. ✓ Tous les engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.				
 Matériel nécessaire : ✓ Matériel de bûcheronnage manuel et mécanique ✓ Bâches ✓ Camion benne ✓ Désinfectant				
 Localisation de la mesure :				



Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)	Code de la mesure : R8
	Lien avec autres mesures : -



Carte 26 : Localisation de la mesure R8 au sein des emprises – lutte contre les EVEE



Points de vigilance

Un nettoyage systématique des outils et des engins avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.

A l'issue des travaux, l'efficacité de la mesure sera largement favorisée par une opération de réensemencement des zones terrassées à l'aide d'un mélange grainier adapté. Une attention particulière sera portée sur la sélection d'un mélange et une sélection d'arbustes et d'arbres de préférence locaux et non envahissant. La liste des espèces envahissantes est disponible à <https://invmed.fr>



Modalités de suivi :

- Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un écologue



Estimation financière

Compétences écologues*		
Encadrement avant travaux d'éradication (balisage des foyers d'EVEE)	2 jours AMO (intégrés à la mesure encadrement AMO 2) + 2 jours botaniste (1 000€/j)	2 000 € H.T. (p.m. : 4 000 € H.T pour la totalité)
Encadrement pendant travaux d'éradication (initiation, suivi et réception)	Intégré à la mesure d'encadrement AMO2	p.m.
Mini-pelle et débroussailleuse thermique avec chauffeur	Intégré au défrichage	p.m.



Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)		Code de la mesure : R8
		Lien avec autres mesures : -
Stockage puis enfouissement sous emprises projets ou Enlèvement en site spécialisé	Inclus dans le coût global du projet ou 150€/m ³ – environ 200 m ³	p.m. ou 30 000€ HT
Comptes-rendus transmis au service instructeur	2 jours (1 000€/jour)	2 000 € H.T.
TOTAL	Budget variant de 4 000 € H.T. à 34 000 € H.T.	



2. AUTRES MESURES D'INTEGRATION ECOLOGIQUE DU PROJET

Les mesures d'accompagnement écologique n'ont pas une portée réglementaire et ne sont pas une obligation en comparaison aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation d'un impact négatif.

Ces mesures permettent simplement au porteur de projet de s'impliquer autrement que dans un cadre réglementaire strict dans une action de conservation de la biodiversité au sens strict.

Sur les conseils d'ECO-MED, Marcegaglia souhaite mettre en place les deux mesures d'accompagnement suivantes.

■ Mesure A2 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité au nord-est + zone emprise)

N.B. : Cette mesure permet la bonne application de toutes les mesures et actions de gestion conservatoire, génie écologique, visant à accompagner, atténuer et compenser les impacts résiduels du projet dans le long terme (à horizon de 30 ans).

Mesure A2 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité au nord-est)				Code de la mesure : A2		
				Lien avec autres mesure : Toutes		
E	R	C	A	A6. 1: Action de gouvernance		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit / Lumière
 Objectifs de la mesure : – Intégrer, pour les évaluer dès le démarrage, des actions de gestion sur le site projet (mesures évitement et réduction) et sur les deux parcelles compensatoires – Améliorer l'efficacité des actions de gestion/restauration/entretien à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau (mesure de génie écologique) – Faciliter la coordination scientifique et assurer le retour d'expérience et la valorisation scientifique						
 Habitat(s) / espèce(s) ciblées : L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (Etang de l'Oiseau et du Caban)						
 Contexte : Le GPMM est propriétaire des terrains compensatoires mis à disposition de Marcegaglia pour son processus de compensation. Cela permet d'inscrire les objectifs de gestion des parcelles compensatoire à plus large échelle dans le cadre du PGEN du GPMM (Plan de Gestion du Patrimoine Naturel). Le plan de gestion écologique et social (PGES) quinquennal proposé ici vise à s'emboîter dans la cohérence du PGEN afin de mener une gestion des EVEC pertinentes.						
 Méthode : L'élaboration du plan de gestion suivra les prescriptions du guide méthodologique national sur les plans de gestion. Un travail collaboratif a déjà été entamé avec l'équipe d'HYDRATIS, experts en hydrogéologie et études hydrauliques, afin d'identifier les facteurs limitants de la future gestion à proposer sur les parcelles. Une analyse socio-économique des ayants-droits du secteur de l'oiseau sera entamée dès le démarrage de la mission. Diagnostic écologique : L'état initial de tous les compartiments a été essentiellement effectué au printemps 2026. Une mise à jour des habitats naturels, (EVEC) sera effectuée avant la mise en place de la mesure C1 (EVEC/Baccharis). Un état initial après la mise en place de l'ensemble des mesures de compensation/accompagnement sera fait.						



Mesure A2 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité au nord-est)				Code de la mesure : A2
				Lien avec autres mesure : Toutes
E	R	C	A	A6. 1: Action de gouvernance
<u>Diagnostic socio-économique :</u> L'ensemble des activités se déroulant sur les parcelles devra être inventorié afin d'avoir une vision globale des usagers et ayants-droits, de leur interaction entre eux et avec le milieu naturel. Une étude hydraulique fine, et une étude du remblai devront aussi être effectuées en amont de la mise en place des mesures. <u>Définition des objectifs de gestion :</u> A partir du croisement des diagnostics écologique et socio-économique initiaux, il sera possible de faire ressortir les principaux objectifs de gestion à court, moyen et long terme en intégrant les besoins de compensation dans le cadre de ce dossier DDEP. <u>Définition des actions de gestion et des modalités de suivi :</u> Les actions de gestion à mettre en place seront déterminées à partir des objectifs et sous-objectifs prédéfinis et un suivi pluriannuel de la réussite des indicateurs de performance des actions engagées sera établi. <u>Validation du Plan de Gestion Environnemental</u> Ce PGES devra être validé par un comité de pilotage rassemblant l'ensemble des usagers, propriétaire des parcelles ainsi que l'opérateur chargé de la mise en œuvre de la compensation et le gestionnaire. - <u>Travail à effectuer :</u> - Constitution d'un comité de pilotage ; - Réalisation des diagnostics et définition des objectifs et des actions de gestion ; - Validation du Plan de Gestion Environnemental ; - Mise en œuvre des actions de gestion. - Suivi des actions et de leur réussite <u>Calendrier des travaux :</u> La réalisation des inventaires devra intervenir à la bonne période pour chaque compartiment biologique (<i>a minima</i> février à septembre) ;				
 Calendrier de la mesure : Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.				
 Modalités de suivi Un comité de pilotage <i>ad hoc</i> du Plan de gestion quinquennal sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. La composition exacte de ce Comité sera de la responsabilité des acteurs locaux, notamment le propriétaire local GPMM. Il devra toutefois associer des représentants du monde scientifique, de la société civile, des gestionnaires éprouvés des zones humides littorales, et sera co-piloté par les organismes d'état en charge du suivi environnemental des impacts de Marcegaglia.				
 Estimation financière				
Intitulé			Prix à l'unité	Prix total estimatif



Mesure A2 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteur évité au nord-est)				Code de la mesure : A2	
				Lien avec autres mesure : Toutes	
E	R	C	A	A6. 1: Action de gouvernance	
Rédaction du plan de gestion écologique et social quinquennal (première édition du PGES qui se déroulera ensuite sur les 5 premières années)				(forfait estimatif)	Budget de 100 000 € H.T. estimé sur la période quinquennale
Mises à jour / suivis / actualisations quinquennales				Non devisé à ce stade	p.m.
Mise en œuvre des suivis des mesures				Non devisé Intégration et déroulé au long court des actions de la séquence ERCAS validée à l'AP dérogatoire	p.m.
Préparation des comités (AMO) (5 jours par an)				1 000 € H.T.	5 000 € H.T./an
Animation des comités (AMO) (1 par an)				1 500 € H.T.	1 500 € H.T./an

Une enveloppe budgétaire sera apportée par Marcegaglia dès le lancement de ce plan de gestion qui s'initiera au démarrage des premières mesures de réduction et d'accompagnement.

Le budget estimatif annoncé, d'environ 50 000 € HT devra couvrir l'élaboration complète du plan de gestion écologique sur l'ensemble des deux parcelles compensatoires, étang de l'oiseau et bras mort/Relais, et des mesures d'évitement amont dans le périmètre ICPE de Marcegaglia. Pour ce faire, des séries d'inventaires de terrain complémentaires seront jalonnées dès la première année pour améliorer la connaissance d'ensemble du domaine à gérer et des interactions à créer avec le reste du complexe Etang de l'Oiseau/Etang du Caban/Secteur Bras mort/Relais.



3. SUIVIS ECOLOGIQUES

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation doivent être accompagnées d'un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation destiné à assurer leurs bonnes mises en œuvre et à garantir à terme la réussite des opérations. Cette démarche de veille environnementale met également en application le respect des engagements et des obligations du maître d'ouvrage en amont et au cours de la phase d'exploitation du site. Le suivi a pour objectif de s'assurer que les mesures de compensation soient efficaces durant toute la durée des incidences et qu'elles atteignent les objectifs initialement visés.

Par ailleurs, ces opérations de suivi doivent permettre, compte tenu des résultats obtenus, de faire preuve d'une plus grande réactivité par l'adoption, le cas échéant, de mesures correctives mieux calibrées afin de répondre aux objectifs initiaux de réparation des préjudices.

Le dispositif de suivis et d'évaluation a donc plusieurs objectifs :

- Vérifier la bonne application et conduite des mesures proposées ;
- Vérifier la pertinence et l'efficacité des mesures mises en place ;
- Proposer « en cours de route » des adaptations éventuelles des mesures au cas par cas ;
- Composer avec les changements et les circonstances imprévues (aléas climatiques, incendies, etc.) ;
- Garantir auprès des services de l'Etat et autres acteurs locaux la qualité et le succès des mesures programmées ;
- Réaliser un bilan pour un retour d'expériences et une diffusion restreinte des résultats aux différents acteurs.

3.1. Suivi scientifique des mesures

Plusieurs mesures de réduction et de compensation ont fait l'objet d'une présentation ci-avant. Pour certaines, les suivis spécifiques sont décrits et chiffrés dans le cadre des mesures spécifiques.

Pour certaines autres, ou lorsqu'il était possible d'envisager une économie d'échelle, les suivis n'ont pas été présentés ni chiffrés.

La présente partie va donc s'attacher à présenter les suivis non présentés et chiffrés précédemment.

Dans le cadre du VNEI-DDEP les mesures de réduction et de compensation font l'objet de suivis, soit généraux soit spécifiques. Ne sont présentés ici que les suivis correspondant aux mesures d'atténuation et de compensation en lien avec les espèces Natura 2000 et présentées ci-avant.

Deux types de suivis sont proposés par la suite :

- **Un suivi de l'impact réel du projet (mesures de la rubrique S1 présentées ci-après)** sur les biocénoses année après année, et notamment les biocénoses indicatrices des milieux fréquentés ;
- **Un suivi de l'efficacité dans le temps des mesures de compensation proposées (mesure S2).**

3.1.1. Suivis, contrôles et évaluation de reconquête de la zone d'emprise

Le suivi de la zone d'emprise est détaillé ci-dessous. Il fera intégralement partie du plan de gestion des mesures de réduction, compensation et accompagnement de la mesure d'accompagnement A6 dont

Une veille écologique sera mise en place dès la fin des travaux et sera réalisée tous les ans pendant 3 ans après les travaux à T+1, T+2 et T+3, puis tous les 5 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25 et T+30.

Cette veille permettra d'évaluer l'état du site à la suite des travaux et en particulier dans les secteurs évités et ceux sur lesquels une des mesures de réduction s'appliquent ou se sont appliquées.



Ainsi, l'estimation de l'efficacité de plusieurs mesures sera réalisée au cours de cette veille :

- Mesure R6 : Conservation des arbres gîtes potentiels en OLD
- Mesure R7 : Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels ;
- Mesure R 11 : gestion écologique des OLD.

En plus de la veille écologique, plusieurs suivis d'indicateurs de performances nécessiteront une attention particulière. Il s'agit de :

■ **Suivi S1 : Veille écologique dans la zone projet de tous les compartiments concernés par le projet**

Cette veille permettra de vérifier l'état du site en lien avec la séquence ERCA retenue à l'AP dérogatoire.

Cette veille écologique active sera intégrée au plan de gestion (mesure A2) des mesures de réduction, de compensation et d'accompagnement.

Dimensionnement estimatif : 1 jour + 1 nuit pour les oiseaux, 2 nuits pour les chiroptères

Les années de suivi sont fixées comme suit : tous les ans les trois 1ères années après les travaux à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30.

■ **Suivi S2 : Abattage de moindre impact et restauration des continuités écologiques en faveur des chiroptères**

→ Le suivi de la restauration doit permettre de constater la reprise des plants, leur développement et faire un état des lieux de l'efficacité de la mesure, à savoir la fonctionnalité de la lisière et l'évolution de la biodiversité sur site, notamment les chiroptères. Le suivi se caractérisera par :

- Un constat de reprise des végétaux à 2 ans avec un objectif de 90 % de reprise ;
- Hauteur des plants à 5 ans : (atteinte de 80 % de la taille adulte des arbustes et 5/8 m pour les arbres
- Qualité des strates : présence de 3 strates à 5 ans / 4 strates à 10 ans et hauteur > 8-10 m

→ le suivi des chiroptères consistera à effectuer des poses d'enregistreurs et à effectuer une sortie de gîte 2 fois par an pour estimer l'état de conservation des populations de chauves-souris au sein du site et pour mesure l'efficacité des deux mesures sur les espèces.



PARTIE 4 : CONCLUSION RELATIVE AUX INCIDENCES DU PROJET SUR LE RESEAU NATURA 2000



1. BILAN DES INCIDENCES DU PROJET SUR CHAQUE SITE NATURA 2000

1.1. ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »

1.1.1. Évaluation des atteintes résiduelles

Grâce aux différentes mesures de réduction permettant d'annuler la destruction d'individus et réduire la destruction d'arbres-gîtes, les incidences résiduelles sont réduites de faibles à très faibles pour le grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées et très faibles à nulles pour le petit Murin et le grand Murin. Elles restent nulles pour le Minioptères de Schreibers.

Groupe étudié	Habitat naturel / Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Chiroptères	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Faible	R1, R4, R6, R9	Très faibles
	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Très faible	R1, R4, R6, R9	Nulles
	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Nulle	R1, R4, R6, R9	Nulles
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Faible	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Très faibles
	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Très faible	R1, R4, R6, R9	Nulles

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

1.1.2. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (nuls à très faibles), le projet Mistral aura une incidence non notable sur la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation et de compensation.

1.2. ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

1.2.1. Évaluation des atteintes résiduelles

Grâce aux différentes mesures de réduction permettant d'annuler la destruction d'individus et réduire la destruction d'arbres-gîtes, les incidences résiduelles sont réduites de faibles à très faibles pour le grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées et très faibles à nulles pour le petit Murin et le grand Murin. Elles restent nulles pour le Minioptères de Schreibers.

**Tableau 33. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »**

Groupe étudié	Habitat naturel / Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Chiroptères	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Faible	R1, R4, R6, R9	Très faibles
	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Très faible	R1, R4, R6, R9	Nulles
	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Nulle	R1, R4, R6, R9	Nulles
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Faible	R1, R4, R6, R7, R8, R9	Très faibles
	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Très faible	R1, R4, R6, R9	Nulles

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

1.2.2. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (très faibles à nulles), le projet de Mistral aura une incidence non notable sur la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation et de compensation.

1.3. ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »

1.3.1. Évaluation des atteintes résiduelles

Grâce aux différentes mesures de réduction permettant d'annuler la destruction d'individus et réduire la destruction d'arbres-gîtes, les incidences résiduelles sont réduites de faibles à très faibles pour le grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées et très faibles à nulles pour le petit Murin et le grand Murin. Elles restent nulles pour le Minioptères de Schreibers.

Tableau 34. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »



Groupe étudié	Habitat naturel / Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Chiroptères	Grand rhinolophe* (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Faible	R1, R7	Très faibles
	Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	Très faible	R1, R7	Nulles
	Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	Nulle	R1, R7	Nulles
	Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Faible	R1, R5, R6, R7	Très faibles
	Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Très faible	R1, R7	Nulles

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

1.3.2. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (très faibles à nulles), le projet Mistral a une incidence non notable dommageable sur la ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation et de compensation.

1.4. ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone »

1.4.1. Évaluation des atteintes résiduelles

Tableau 35. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone »

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Oiseaux	Busard des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>)	Très faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables



Partie 4 : Conclusion relative aux incidences du projet sur le réseau Natura 2000

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
	Grand Cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Héron cendré (<i>Ardea cinerea</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Héron garde-bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Huîtrier pie (<i>Haematopus ostralegus</i>)	Très faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Œdicnème criard (<i>Burhinus oedcnemus</i>)	Faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>)	Très faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Milan noir (<i>Milvus migrans</i>)	Faibles	Mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyæetus melanocephalus</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Rollier d'Europe (<i>Coracias garrulus</i>)	Faibles	Mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Sterne hansel (<i>Gelochelidon nilotica</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Sterne naine (<i>Sternula albifrons</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>)	Faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle

Remarque : Les niveaux d'atteintes des incidences résiduelles des espèces à incidences brutes faibles ont été portés à très faibles avec l'application de la séquence ERA. Nous considérons que ces espèces bénéficient en particulier de



la mesure de réduction R1 d'adaptation du démarrage des travaux en fonction du calendrier de sensibilité des espèces, permettant d'assurer l'intégrité totale des individus.

1.4.2. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (négligeables à très faibles), le projet Mistral a une incidence non notable dommageable sur la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.

1.5. ZPS FR9310064 « Crau »

1.5.1. Évaluation des atteintes résiduelles

Tableau 36. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZPS FR9310064 « Crau »

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Oiseaux	Goéland leucopnée (<i>Larus michahellis</i>)	Très faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Grand cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Héron garde-bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Œdicnème criard (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	Faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>)	Très faibles	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Milan noir (<i>Milvus migrans</i>)	Faibles	Mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles
	Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyophaga melanocephala</i>)	Négligeables	Mesures R1, R4, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Négligeables
	Rollier d'Europe (<i>Coracias garrulus</i>)	Faibles	Mesures R1, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, A2	Très faibles

Espèce avérée

Espèce fortement potentielle



Remarque : Les niveaux d'atteintes des incidences résiduelles des espèces à incidences brutes faibles ont été portés à très faibles avec l'application de la séquence ERA. Nous considérons que ces espèces bénéficient en particulier de la mesure de réduction R1 d'adaptation du démarrage des travaux en fonction du calendrier de sensibilité des espèces, permettant d'assurer l'intégrité totale des individus.

1.5.2. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (négligeables à très faibles), le projet de zone d'activités dans les secteurs de Fos-sur-Mer a une incidence non notable dommageable sur la ZPS FR9310064 « Crau ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.



2. RAISONS JUSTIFIANT LA REALISATION DU PROJET

Le projet ne génère pas d'incidence notable dommageable sur les habitats et les espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC FR9301596 « MARAIS DE LA VALLEE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES », la ZSC FR9301595 « CRAU CENTRALE – CRAU SECHE », la ZPS FR9312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET GRAND RHONE », la ZPS FR9310064 « CRAU ».

Il n'y a donc pas lieu de :

- montrer l'absence de solutions alternatives de moindre incidence ;
- prouver que le projet est d'intérêt général, et ce pour des raisons impératives ;
- prévoir des mesures compensatoires.



3. ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ETAT DE CONSERVATION DE CHAQUE SITE NATURA 2000

Les principales limites techniques et scientifiques inhérentes à l'étude de la biodiversité sont exposées en Erreur ! Source du renvoi introuvable. du rapport.

Etant donnée la grande diversité des milieux et l'importante richesse spécifique des groupes taxonomiques étudiés, il est très difficile, voire impossible, de réaliser un inventaire exhaustif de la zone d'étude à moins d'un effort considérable et encore. Il s'agit davantage d'une vision globale mais imprécise de la zone d'étude.

En particulier, en raison d'un calendrier d'étude réduit à quelques mois (mars-mai), il n'a pas été possible d'effectuer les passages d'inventaire à toutes les saisons. Un travail bibliographique associé à l'expérience d'ECO-MED dans le secteur d'étude ont permis de compléter le travail sur les espèces en prenant en compte de nombreuses espèces considérées comme potentielles avérées précédemment dans le secteur, tout en prenant en compte les spécificités de la zone d'étude.

Le problème majeur de tous les protocoles d'inventaires ou de suivis d'espèces est la **détection**. En effet, la difficulté rencontrée lorsque l'on étudie la biodiversité sur le terrain est que les individus ou les espèces ne sont pas tous détectables avec la même facilité et ne sont donc pas nécessairement toutes détectés. Un grand nombre de facteurs vont influencer cette détection des espèces, par exemple :

- leur biologie, éthologie et écologie (rythme d'activité saisonnier (=phénologie) ou journalier (diurne/nocturne), localisation des zones plus ou moins denses en végétation, comportement cryptique, discrétion, taille, etc.),
- l'effet observateur potentiellement très fort (expérience relative, a priori sur les espèces et familiarité plus ou moins forte avec certaines, fatigue, temps de prospection réalisé, etc.),
- les conditions météorologiques (précipitations, température, vent, lune, etc.).



Sigles

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AE : Autorité Environnementale

AMO : Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

AVP : Avant-Projet

BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif

BD ALTI : Base de Données ALTimétriques numériques de l'IGN

BD Carto : Base de Données Cartographiques de l'IGN

BD Ortho : Base de Données Orthophotographiques de l'IGN

BD Topo : Base de Données Topographiques de l'IGN

BDNT : Base de Données Nationale des Territoires

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CBN : Conservatoire Botanique National

CDNPS : Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites

CdL : Conservatoire du Littoral

CE : Commission Européenne

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CD : Conseil Départemental

CGDD : Commissariat Général au Développement Durable

CGEDD : Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

CNRS : Centre National de Recherche Scientifique

CRE : Comité Régional pour l'Environnement

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DDEP : Dossier de Dérogation Espèces Protégées

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DFCI : Défense de la Forêt Contre les Incendies

DOCOB : Document d'Objectifs

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DTA : Directive Territoriale d'Aménagement

DUP : Déclaration d'Utilité Publique

EBC : Espace Boisé Classé

EIE : Etude d'Impact sur l'Environnement



EnR : Energies Renouvelables

ENS : Espace Naturel Sensible

ERCA : Eviter/Réduire/Compenser/Accompagner

FSD : Formulaire Standard de Données

GCP : Groupe Chiroptères de Provence

HQE : Haute Qualité Environnementale

IBD : Indice biologique diatomique

IBGN : Indice biologique Global Normalisé

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INFLOVAR : Association loi 1901, dont le but est de mener l'inventaire et la cartographie de la flore du Var

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

IRSTEA : Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

JO : Journal officiel

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

MAB : Man And Biosphere

MAE : Mesures agro-environnementales

MAET : Mesures Agroenvironnementales territorialisées

MEA : Masse d'Eau Artificielle

MES : Matières En Suspension

MISE : Mission Inter-Services de l'Eau

MOA : Maître d'ouvrage

MOE : Maître d'œuvre

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MRAe : Mission Régionale d'Autorité environnementale

MW : Mégawatt

OLD : Obligation Légale de Débroussaillage

OFB : Office Français de la Biodiversité

ONEM : Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

ONF : Office National des Forêts

OPIE : Office Pour les Insectes et leur Environnement

PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durable

PAPI : Plan d'Actions et de Prévention des Inondations

PC : Permis de Construire

PLAGEPOMI : Plan de Gestion des Poissons Migrateurs

PLU : Plan Local d'Urbanisme



PN : Parc National

PNA : Plan National d'Actions

PNR : Parc Naturel Régional

POS : Plan d'Occupation des Sols

PPR : Plan de Prévention des Risques

PPRI : Plan de Prévention du Risque Inondation

PPRIF : Plan de Prévention des Risques Incendie de Forêt

PPRN : Plan de Prévention des Risques Naturels

pSIC : proposition de Site d'Importance Communautaire

RAMSAR : Convention sur les espaces humides

R&D : Recherche et Développement

REX : Retour d'Expérience

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SCAP : Stratégie de Création d'Aires Protégées

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIC : Site d'Importance Communautaire

SIE : Système d'information sur l'eau

SIG : Système d'Information Géographique

SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères

SOPTOM : Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

STEP : Station d'Épuration

STRANAPOMI : Stratégie Nationale Poissons Migrateurs

TVB : Trame Verte et Bleue

UE : Union Européenne

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

ZSGE : Zones Stratégiques pour la Gestion de l'Eau



Bibliographie

■ Générale

CHERRIER, O., ROUYEYROL, P., 2021. Hiérarchisation des enjeux de conservation terrestres du réseau Natura 2000 français. UMS Patrimoine Naturel - Ministère de la transition écologique.

COLLECTIF, 2021. Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels (No. 88), Cahiers techniques. OFB.

CGDD, AGROPARISTECH, OFB, CEREMA, 2021. Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique. CGDD.

CGDD, 2013. Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire, et compenser les impacts sur les milieux naturels, "Références" du Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Paris.

GUETTE, A., CARRUTHERS-JONES, J., GODET, L., ROBIN, M., 2018. « Naturalité » : concepts et méthodes appliqués à la conservation de la nature. Cybergeog : European Journal of Geography.

PULLIN, A., SUTERLAND, W., GARDNER, T., KAPOV, V., FA, J., 2013. Conservation priorities Identifying need, taking action and evaluating success, in : Key Topics in Conservation Biology. Wiley, Oxford, pp. 3–22.

■ Habitats naturels / Flore

BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes - Version originale - Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.

BOURNERIAS M., PRAT D. et al., (collectif de la Société Française d'Orchidophilie), 2005 - Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg, 2e édition. Ed. Biotope, Mèze (collection Parthénope), 504 p.

BOURNERIAS M., PRAT D. et al., 1998 - Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg. Ed. Biotope, Mèze (collection Parthénope), 504 p.

COMMISSION EUROPEENNE, 2013 – Interpretation manual of european union habitats, version EUR28, 146 p.

GARGOMINY O., TERCERIE S., REGNIER C., RAMAGE T., SCHOELINCK C., DUPONT P., VANDEL E., DASZKIEWICZ P. & PONCET L., 2015 - TAXREF v9.0, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2015 – 64. 126 pp.

DANTON P. & BAFFRAY M. (dir. sc. Reduron J.-P.), 1995 – Inventaire des plantes protégées en France. Ed. Nathan, Paris / A.F.C.E.V., Mulhouse, 296 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, Correspondances entre les classifications EUNIS et CORINE Biotopes. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. MNHN-DIREVSPN, MEDDE, Paris, 43 p.

MULLER S. (coord.), 2004 – Plantes invasives en France. Collection Patrimoines Naturels, 62. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 168 p.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., & ROUX J.-P., 1995 – Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : Espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle / Conservatoire Botanique National de Porquerolles / Ministère de l'Environnement éd., 621 p.

PAVON D. & PIRES M., 2020 – Flore des Bouches-du-Rhône, Naturalia Publications, 351p.

PRELLI R., 2001 – Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Belin, Paris, 431 p.

RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. et al., 1993 – Flore forestière française, Guide écologique illustré. Tome 3 Méditerranée. Institut pour le Développement Forestier, 2426 p.



- THEVENOT J. & (coords). 2013. Synthèse et réflexions sur des définitions relatives aux invasions biologiques. Préambule aux actions de la stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) ayant un impact négatif sur la biodiversité. Museum national d'Histoire naturelle, Service du Patrimoine naturel. Paris. 31p.
- TISON J.M., JAUZEIN P., MICHAUD H., 2014 - Flore de la France méditerranéenne continentales. Ed. Naturalia/ Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles publications, Turriers, 2879p.
- TISON J.-M., DE FOUCAULT B. (coords), 2014 - FLORA GALLICA - FLORE DE FRANCE, Ed. Biotope (Mèze), 1196 p. INVME : https://invmed.fr/src/listes/evee-fiche.php?cd_ref=85474

■ Zones humides

- AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2001. Guide technique SDAGE n°5, Fonctionnement des Zones Humides.
- AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2015. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux -Rhône-Méditerranée, 512 p.
- BAIZE D. & GIRARD M.C., 2009 – Référentiel pédologique ; Association Française pour l'étude du sol – Versailles, 404 p.
- BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes - Version originale - Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.
- DUCHAUFOR P., 1997 – Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement ; 5ième édition, Ed. Masson - Paris, 285 p.
- LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Groupement de l'intérêt Scientifique Sol, 63 p.
- OULES E. 2019. Rapport d'expertise. Inventaire des zones humides du département des Bouches-du-Rhône 2017-2018. Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Département des Bouches-du-Rhône.

■ Invertébrés

- BENCE S. (coord.), 2014. Liste rouge régionale des Rhopalocères et Zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur, CEN PACA, 22p.
- CHARLES J., MERIT X. & MANIL L., 2013. Les Hespérides de France (Lepidoptera : Hesperidae). Association les Lépidoptéristes de France. 57 p.
- CEN PACA - CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS PACA. SILENE Faune : Connaître, partager, conserver. [en ligne] : <http://faune.silene.eu/index.php?cont=accueil>
- CHABROL L., 1998. Catalogue permanent de l'entomofaune française : Mantodea et Phasmoptera. Union de l'Entomologie Française ; 6 pages.
- DEFAUT B., 1999. La détermination des Orthoptères de France. Edition à compte d'auteur, 83p.
- DELIRY C. & FATON J.M., 2009. Histoire Naturelle des Ascalaphes. Histoire Naturelle, 10.
- FOREL J. & LEPLAT J., 2001. Faune des carabiques de France, Tome 1 ; Ed. Magellanes ; 94 p.
- GRAND D. & BOUDOT J.P., 2006. Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Ed. Biotope, Coll. Parthenope, Mèze, 480 p.
- HERES A., 2009. Les Zygènes de France (Lepidoptera : Zygaenidae, Zygeaninae). Association des Lépidoptéristes de France, édition hors-série, 60 p.



HOCHKIRCH A., NIETO A., GARCIA CRIADO M., CALIX M., BRAUD Y., BUZZETTI F.M., CHOBANOV D., ODE B., PRESA ASENSIO J.J., WILLEMSE L., ZUNA-KRATKY T., BARRANCO VEGA P., BUSHELL M., CLEMENTE M.E., CORREAS J.R., DUSOULIER F., FERREIRA S., FONTANA P., GARCIA M.D., HELLER K-G., IORGU I.Ş., IVKOVIC S., KATI V., KLEUKERS R., KRISTIN A., LEMONNIER-DARCEMONT M., LEMOS P., MASSA B., MONNERAT C., PAPAPAVLOU K.P., PRUNIER F., PUSHKAR T., ROESTI C., RUTSCHMANN F., ŞIRIN D., SKEJO J., SZÖVENYI G., TZIRKALLI E., VEDENINA V., BARAT DOMENECH J., BARROS F., CORDERO TAPIA P.J., DEFAULT B., FARTMANN T., GOMBOC S., GUTIERREZ-RODRIGUEZ J., HOLUSA J., ILLICH I., KARJALAINEN S., KOCAREK P., KORSUNOVSKAYA O., LIANA A., LOPEZ H., MORIN D., OLMO-VIDAL J.M., PUSKAS G., SAVITSKY V., STALLING T. & TUMBRINCK J., 2016. European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Luxembourg Publications : Office of the European Union, 86p.

HOUARD X. & JAULIN S. (coord.), 2018. Plan national d'actions en faveur des « Papillons de jour » - Agir pour la préservation de nos lépidoptères diurnes patrimoniaux 2018-2028. Office pour les insectes et leur environnement – DREAL Auvergne-Rhône-Alpes - Ministère de la Transition écologique et solidaire : 64 p.

HOUARD X. (coord.), 2020. Plan national d'actions en faveur des « libellules » - Agir pour la préservation des odonates menacés et de leurs habitats 2020-2030. Office pour les insectes et leur environnement – DREAL Hauts-de-France - Ministère de la transition écologique : 66 p.

LAFRANCHIS T., 2000. Les Papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Coll. Parthenope, éd. Biotope, Mèze ; 448 p.

LAFRANCHIS T., 2007. Papillons d'Europe. DIATHEO. 379p.

LAFRANCHIS T., JUTZELER D., GUILLOSSON J-Y., KAN B. & KAN P., 2015. La vie des Papillons – Ecologie, Biologie et Comportement des Rhopalocères de France. Diatheo, Espagne, 751 p.

LAFRANCHIS T. Diatheo. Papillons de France. [en ligne] : <http://diatheo.weebly.com/>

LANGLOIS F. & LELONG P., 1996. Cartographie des phasmes français. Le Monde des Phasmes, 35 : 27-29

LELONG P., 2000. Les trois phasmes de France. ASPER, 19 p.

LEPINET, Les Carnets du Lépidoptériste Français. [en ligne] : <http://www.lepinet.fr/>

LPO PACA - LIGUE POUR LA PROTECTION DES OISEAUX DE PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR. Faune PACA. [en ligne] : <http://www.faune-paca.org>

Muséum National d'Histoires Naturelles. INPN - Inventaire National du Patrimoine Naturel. [en ligne] : <https://inpn.mnhn.fr>

ONEM. Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens. [en ligne] : <http://www.onem-france.org/dolichopoda/wakka.php?wiki=CartoDynamique>

OPIE-PROSERPINE, 2009. Papillons de jour, Rhopalocères et Zygènes, Atlas de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Naturalia publications, 189 p.

PAPAZIAN M., VIRICEL G., BLANCHON Y. & KABOUCHE B., 2017. Les Libellules de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Biotope Editions Mèze (France). 368 p.

ROBINEAU R., 2011. Guide des papillons nocturnes de France. Delachaux et Niestlé, Paris (France). 287 p.

SARDET E., ROESTI C., BRAUD Y., 2015. Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 304 p.

SCHAEFER, L. 1949. Les Buprestides de France. Tableaux analytiques des Coléoptères de la faune franco-rhénane. Miscellanea Entomologica, Supplement, Paris, 511 p.

SCHAEFER, L. 1984. Les Buprestides de France. Mise à jour 1983. Miscellanea Entomologica, Compiègne 50 : 1-15.

UICN France, MNHN, Opie & SEF, 2012. La Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Dossier électronique : https://inpn.mnhn.fr/docs/LR_FCE/Dossier_presse_Liste_rouge_Rhopaloceres_metropole_Mars_2012.pdf

UICN, 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France. Libellules de France métropolitaine. Comité français de l'UICN et Muséum National d'Histoire Naturelle. Dossier électronique : http://www.insectes.org/opie/pdf/767_f288_actualites56fbcd393c0d.pdf



VILLIERS A., 1978. Faune des Coléoptères de France. Cerambycidae. Encyclopédie Entomologique - XLII. Editions Lechevalier, Paris, 611 p.

■ Amphibiens/Reptiles

DUGUET, R., MELKI, F., & Acemav Association. (2003). Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Biotope.

FAUNE PACA. Disponible sur : www.faune-PACA.org (Consulté le : 10/09/2024).

LESCURE, J., & DE MASSARY, J. C. (Eds.). (2012). Atlas des amphibiens et reptiles de France. Mèze: Biotope.

RIVIERE, V., OLIVIER, A., & DURAND, E. (2019). Le Pélobate cultripède *Pelobates cultripipes* (Cuvier, 1829) sur le pourtour du Golfe de Fos (Bouches-du-Rhône): distribution actuelle, caractérisation des habitats et menaces. *Nature de Provence*, 1-1

UICN France, MNHN, & SHF (2015). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France.

VACHER J.P & GENIEZ M., (coords) 2010 – Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

■ Oiseaux

BESNARD A. & SALLES J.M., 2010 - Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000. 62p.

BIBBY C.J., BURGESS N.D., HILL D.A. & MUSTOE S.H. (2000). *Bird Census Technique. 2nd edition*. Academic Press, London. 302 p.

BLONDEL B., FERRY C. et FROCHOT B. (1970). *Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute*. *Alauda*, 38 : 55-70.

BLONDEL J. (1975). *L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique ; I. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P.)*. *Terre et Vie* 29 : 533-589.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2017). *European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities*. Cambridge, UK: BirdLife International, 172p.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2021). *European Red List of Birds*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 52p.

DUBOIS Ph.J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G. & YESOU P. (2008). *Nouvel inventaire des oiseaux de France*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 560 p.

FLITTI A., KABOUCHE B., KAYSER Y. & OLIOSSO G. (2009). *Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. LPO PACA. Delachaux et Niestlé, Paris, 544 p.

ISSA N. & MULLER Y, coord. (2015). *Atlas des oiseaux de France métropolitaine – Nidification et présence hivernale*, LPO / SEOF / MNHN. Delachaux & Niestlé, Paris, deux volumes, 1408p.

LASCEVE M., CROCQ C., KABOUCHE B., FLITTI A. et DHERMAIN F. (2006) *Oiseaux remarquables de Provence. Ecologie, statut et conservation*. LPO PACA, CEEP, DIREN PACA, région PACA. Delachaux et Niestlé, Paris, 318P.

LPO, 2015 – Atlas interactif des oiseaux nicheurs en région PACA : <http://www.faune-paca.org/>.

HAMMEAU O., ROY C., coord. (2020). *Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs, de passage et hivernants de Provence-Alpes-Côte d'Azur*, 18p.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS. (2016). *La liste rouge des espèces menacées en France. Oiseaux nicheurs de France métropolitaine*, Paris, 32 p.

■ Mammifères terrestres



- BUGLIONE, M., PETRELLI, S., TROIANO, C., NOTOMISTA, T., RIVIECCIO, E., FUGLIONE, D., 2020. The diet of otters (*Lutra lutra*) on the Agri river system, one of the most important presence sites in Italy: a molecular approach. *PeerJ* 8, e9606. <https://doi.org/10.7717/peerj.9606>
- CAUBLOT, G., MELBECK, D., 2010. Pelotes ! : Décortiquer et déterminer le contenu des pelotes de réjections, "La Gazette des terriers, Boulton-aux-Bois.
- JOURDE, P., LENARTOWSKI, N., 2020. Le hérisson d'Europe : description, comportement, vie sociale, mythologie, observation, Nouvelle éd. ed. Delachaux et Niestlé, Paris.
- MNHM, UICN France, SFEPM, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France - Mammifères de France métropolitaine, 244 p.
- POITEVIN, F., OLIVIER, A., BAYLE, P., SCHER, O., 2010. Mammifères de Camargue, Regard du Vivant et Parc naturel régional de Camargue. ed.
- POITEVIN, F., QUERE, J.-P., 2021. Insectivores et rongeurs du sud de la France. Éditions écologistes de l'Euzière, Prades-le-Lez, 407 p.
- RIGAUX, P., BAYLE, P., BOMPAR, J.-M., MENU, M., SARREY, D., 2016. Les Mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Biotope, Mèze, 344 p.
- ROSOUX, R., LEMARCHAND, C., LIBOIS, R.M., BOUCHARDY, C., 2019. La loutre d'Europe. Biotope, Mèze.
- SAVOURE-SOUBELET, A., ARTHUR, C-P, AULAGNIER, S, 2021. Atlas des mammifères sauvages de France, volume 2 : Ongulés et Lagomorphes, Patrimoines naturels. Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- SAVOURE-SOUBELET, A., HAFFNER, P, AULAGNIER, S, 2024. Atlas des mammifères sauvages de France, volume 3 : Carnivores et aux Primates, Patrimoines naturels. Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

■ Chiroptères

- ARTHUR L. & LEMAIRE M. ; 2021 – Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénopé) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- BAS Y, KERBIRIOU C, ROEMER C & JULIEN JF (2020) Bat reference scale of activity levels (Version 2020-04-10) [re-fPF_Total_2020-04-10.csv] Muséum national d'Histoire naturelle. <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/reference-scales-of-activity>
- BARATAUD M. 2012 (et mises à jour) ; Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle (Collection Inventaires et Biodiversité), Paris, 344 p.
- BDD GCP, 2012 – Base de données chiroptérologique de la région PACA réalisé par le Groupe Chiroptères de Provence.
- DIETZ C., KIEFER A., 2015 – Chauves-souris d'Europe – Connaître, identifier, protéger. Guide Delachaux. Ed. Delachaux & Niestlé.
- UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2019). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
- LPO PACA, GECEM & GCP, 2016. Les Mammifères de Provence- Alpes-Côte d'Azur. Biotope, Mèze, 344 p
- www.faune-paca.org; Liste communale des espèces, consulté en ligne le 14/10/2024
- INPN - MNHN, Fiches ZNIEFF et Formulaire Standard de Données Natura 2000, consulté en ligne le 14/10/2024



Annexe 1 Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés explicitement dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

❖ Habitats naturels

Les habitats, en tant qu'entités définies par la directive Habitats bénéficient du statut réglementaire suivant :

■ Directive Habitats

Il s'agit de la directive européenne n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, elle est entrée en vigueur le 5 juin 1994 :

- **Annexe 1** : mentionne les habitats d'intérêt communautaire (désignés ci-après « **CDH1** ») et prioritaire (désignés ci-après « **CDH1*** »), habitats dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

❖ Flore

■ Directive Habitats

Différentes annexes de cette directive concernent les espèces, notamment la flore :

- **Annexe 2** : Espèces d'intérêt communautaire et Natura 2000 (désignées ci-après « **CDH2** ») dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).
- **Annexe 4** : Espèces d'intérêt communautaire (désignées ci-après « **CDH4** ») qui nécessitent une protection stricte, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.
- **Annexe 5** : Espèces d'intérêt communautaire (désignées ci-après « **CDH5** ») dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

❖ Arthropodes

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

Cf. ci-dessus.

❖ Mollusques

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

Cf. ci-dessus.

❖ Poissons

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

Cf. ci-dessus.

❖ Amphibiens et reptiles

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

Cf. ci-dessus.

❖ Oiseaux



■ Directive Oiseaux

Directive européenne n°79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux sauvages, elle est entrée en vigueur le 6 avril 1981.

- **Annexe 1** : Espèces d'intérêt communautaire et Natura 2000 (désignées ci-après « **CDO1** ») nécessitant des mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leurs habitats, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'aire de distribution.
- **Espèces Migratrices Régulières** : Espèces Natura 2000 (désignées ci-après « **EMR** ») ayant justifié, au même titre que les espèces CDO1, la désignation des ZPS et nécessitant donc des mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leurs habitats, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'aire de distribution. La désignation en EMR est fonction des ZPS et de leur contexte local.

❖ Mammifères

■ Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)

Cf. ci-dessus



Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED

Nom et fonction	Julien VIGLIONE, Gérant/Directeur d'études
Diplôme	Etudes et diplôme d'ingénierie à l'I.S.A.R.A. (Institut Supérieur d'Agriculture Rhône-Alpes), Lyon
Spécialités	Faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne)
Compétences	Expertise et conseil aux aménageurs et collectivités en matière d'environnement naturel : spécialiste de la faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne), mission "œil de l'expert". Formation et enseignement : métiers de l'environnement naturel, gestion de l'espace, prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement, en France (intervention dans les Grandes Ecoles et les Universités) et à l'International (workshop réalisés aux UEA, Maroc, Algérie...) Animation de réunions, d'atelier, groupes de travail.
Expérience	Fondateur et gérant d'ECO-MED depuis 2003 - Participation à l'élaboration de nombreuses méthodologies en matière de prise en compte des enjeux écologiques, au plan régional (deux guides de références, carrières et ouvrages linéaires, avec la DREAL PACA, un guide sur l'interface carrières/biodiversité avec l'UNICEM PACAC...) et national (participations à des guides méthodologiques avec l'UNPG notamment). - Gestion d'une équipe d'environ 50 experts - Participation à l'analyse de projets environnementaux et à l'élaboration de nombreux programmes expérimentaux en matière de génie écologique et monitoring écologique. - Diagnostic de territoires naturels : travaux de réflexion sur l'interface entre les acteurs et conservation/gestion du milieu naturel. Mise en place d'une médiation environnementale et de méthodologies participatives entre acteurs.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Encadrement de l'équipe, interlocuteur du porteur de projet, animation de réunions.

Nom et fonction	Guillaume COUENON, Chargé d'étude botaniste
Spécialité	Botanique, Habitats naturels.
Diplôme	Master 2 gestion de l'environnement, Université Paul-Valéry, Montpellier (2023). Licence science de la vie, Sorbonne Université - Campus Pierre et Marie Curie (2020).
Compétences	- Inventaires de la flore et des habitats naturels, - Suivis floristiques, - Cartographie des habitats naturels.
Expérience	- Expert depuis juin 2023 chez ECO-MED, - Suivi de la flore dans les centrales photovoltaïques, - Service civique au Jardin Botanique de Bagatelle (Paris).
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.



Nom et fonction	Basile NOLLEAU, Chargé d'études zones humides
Spécialité	Pédologie et écologie des zones humides
Diplôme	Master en Gestion de l'Environnement
Compétences	- Analyse des impacts et application de la démarche ERC ; - Maîtrise des techniques d'inventaire de zones humides ; - Saisi informatique des données et utilisation cartographique ; - Analyse, mise en forme des données et caractérisation des enjeux.
Expériences	Projet Agri-Photovoltaïque à Sainte-Christie d'Armagnac, Gers - Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet de ZAC Namérique à Bessan, Hérault – Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet de piste cyclable à Toulouse, Haute-Garonne – Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet d'extension de méthaniseur à Montpellier, Hérault - Altemis (Expert Zones Humides, 2025) Projet Photovoltaïque de Gramat, Gironde - Artifex (Chargé d'études stagiaire, 2024) Projet Eolien de Névian, Aude - Artifex (Chargé d'études stagiaire, 2024)
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	- Préparer et réaliser les expertises de terrain (prospection de zones humides sur les critères pédologiques et botaniques), - Analyser les données récoltées sur le terrain, - Rédiger des rapports et les notes de synthèse, - Proposer des mesures ERC pour la préservation des zones humides,

Nom et fonction	Chloé CORRE, Chargée d'études Zones Humides
Diplôme	Ingénieure Agronome de l'Institut Agro à Montpellier
Spécialité	Gestion des milieux naturels, génie écologique
Compétences	- Connaissance des milieux humides et de leurs fonctionnalités écologiques ainsi que de la réglementation associée ; - Connaissance des typologies des habitats naturels ; - Elaboration de protocole d'échantillonnage en pédologie ; - Réalisation et analyse de sondages pédologiques ; - Diagnostic de zones humides ; - Rédaction d'études techniques - Saisi informatique des données et utilisation cartographique ; - Analyse, mise en forme des données et analyse des résultats ;
Expériences	Stage ingénieur - Diagnostic pédologique de zones humides, Tour du Valat, France - 2023
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires zones humides et rédaction des études

Nom et fonction	Livia VALLEJO – Chargée d'études, entomologue, écologue généraliste
Diplôme	Master 2 (2014) Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques – Zones Humides Méditerranéennes (13) Master 1 (2008) Biodiversité et Ecologie Continentale (13)
Spécialité	Entomologie – Ornithologie – Gestion des milieux aquatiques
Compétences	Inventaires entomologiques diurnes et nocturnes des principaux groupes d'invertébrés (Lépidoptères Rhopalocères et Hétérocères Zygénidés – Odonates – Coléoptères – Orthoptères) Protocole recensement fourmis du genre <i>Myrmica</i> Macrophotographie



	Anglais
Expérience	Experte depuis avril 2021 pour ECO-MED Technicienne-animatrice à la réserve naturelle de Camargue pendant 2,5 ans (SNPN) Guide naturaliste indépendante pendant 6 ans Assistante de terrain bénévole pendant 13 ans (LPO- CEN PACA – PNR Alpilles) Régulation de plantes exotiques envahissantes pendant 9 mois (SYNERNAT 13)
Missions prévues dans le cadre de l'étude	Coordination de l'équipe ECO-MED, interlocutrice du porteur de projet, inventaires entomologiques et rédactions des rapports

Nom et fonction	Élisa LEPLAT, Chargée d'études batrachologue, herpétologue
Spécialité	Herpétofaune et batrachofaune
Diplôme	Master 2 Écophysiologie, Écologie, Éthologie, Université de Strasbourg
Compétences	Herpéto/batracho : - Identification des espèces de reptiles - Identification à vue et à chant des espèces d'amphibiens - Suivi mortalité routière amphibiens - CMR Crapaud calamite Autres taxons : - Prospections lépidoptères, odonates, orthoptères - Suivi de la grande et mésofaune par piège photographique - Télémétrie sur mammifères d'Afrique du Sud
Expérience	Experte depuis 2021 pour ECO-MED Réalisation de : - Inventaires naturalistes (amphibiens, reptiles, faune générale) - Suivis et veilles écologiques Rédaction de : - Pré-diagnostics et diagnostics écologiques - Etude réglementaires (VNEI, etc.) - Propositions techniques et financières
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Rédaction

Nom et fonction	Vincent HALLOT, Chargé d'études herpétologue
Spécialité	Licence professionnelle Etude et Développement des Espaces Naturels (EDEN) – Montpellier BTS Gestion et Protection de la Nature (GPN) – Gardanne
Diplôme	Herpétologie
Formations métier	▪ Inventaires diurnes et nocturnes des amphibiens et des reptiles ▪ Identification des amphibiens à vue et au chant, identification des larves et des pontes ▪ Suivis de populations par Capture Marquage Recapture (Vipère d'Orsini, Tortue d'Hermann, Pélodonte cultripède) Télémétrie VHF et GPS (Lézard ocellé)



	Service civique auprès de la Ligue pour la Protection des Oiseaux PACA – missions sur l’herpétologie (inventaires amphibiens et reptiles, CMR Vipère d’Orsini, crapauduc temporaire...). Stage auprès du CEA de Cadarache sur l’étude de l’occupation de l’espace (déplacements, domaines vitaux) par le Lézard ocellé Stage auprès du Parc Naturel Régional du Luberon sur le suivi d’une population de Pélobate cultripède Stage auprès de la SOPTOM sur le suivi de populations de Tortues d’Hermann
Compétences	- Réalisation des inventaires de terrain et rédaction de rapports
Expérience	Expert depuis 2025 pour ECO-MED Rédaction d’études réglementaires : - Volet naturel d’étude d’impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN. Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées dans le cadre de l’étude	Réalisation d’inventaires.

Nom et fonction	Virginie GAILLY, Chargée d’études ornithologue
Spécialité	Ornithologie et Aide-Bagueuse
Diplôme	Master – Biologie des organismes et Ecologie – Biologie de la conservation, Biodiversité et Gestion, Université de Liège (Belgique) Certificat d’Expérimentation animale, Université de Namur (Belgique) Bachelier – Agronomie à finalité technologie animale, Haute école Louvain-en-Hainaut (Belgique)
Compétences	- Inventaire de l’avifaune et de leur habitat naturel - Baguage des oiseaux - ADN environnemental - Cartographie (QGIS) - Statistiques (RStudio)
Expérience	- Experte depuis avril 2023 pour ECO-MED - Inventaires et suivi d’espèces cibles avec la LPO - Aide-bagueuse pour la Tour du Valat - Aide-bagueuse et suivi faunistique pour BV Nat’
Missions réalisées dans le cadre de l’étude	Réalisation d’inventaires de l’avifaune et rédaction de rapports

Nom et fonction	Léo SERANNE, Chargé d’études mammalogie terrestre
Diplôme	- Master Biodiversité Ecologie et Evolution, option « Gestion adaptative de la Biodiversité », Université d’Aix-Marseille (2022) - Licence Ecologie, Biologie des Organismes, Université de Montpellier (2018)
Spécialité	Mammifères terrestres
Compétences	Inventaires des mammifères terrestres : - Prospection des mammifères terrestres par indices de présences (traces, restes de repas, ...) et par pièges photographiques - Méthodes de détermination des micromammifères (pelotes de rejection, piège photos, ...) Méthodes de prospections des espèces semi-aquatiques (campagnol amphibie, castor, ...)



Expérience	Expert depuis janvier 2023 pour ECO-MED
Missions prévues dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	Nicolas DENMAT, Géomaticien
Diplôme	Master CGE (Cartographie et Gestion de l'Environnement), 2022, Université des Sciences et Techniques Nantes
Spécialité	SIG
Compétences	Application de logiciels SIG : ArcGis, QGIS Application de logiciels de PAO/DAO comme Autocad, Photoshop Conception et développement d'outils : Python Participation à l'élaboration et à la mise à jour de bases de données géo référencées.
Expérience	Géomaticien depuis le 15 mai 2023 pour ECO-MED
Missions prévues dans le cadre de l'étude	Elaboration et réalisation des cartes et création de base de données.



Annexe 3 Relevé relatif à la flore

Le relevé flore réalisé pour Ascofired par Naturalia en 2022 n'a pas été communiqué.

La liste présentée ci-dessous a été complétée par les différents passages réalisés entre 2021 et 2023 par ECO-MED pour les sites de Carbon, H2V et RTE.

La nomenclature est conforme au référentiel taxonomique TAXREF v14.0 (Inventaire National du Patrimoine Naturel, 2020).

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut national	Liste Rouge nationale	Liste Rouge régionale	Liste Zones humides
Lamiaceae	<i>Ajuga chamaepitys</i>	Bugle petit-pin	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Ajuga iva</i>	Bugle ivette	-	LC	-	-
Malvaceae	<i>Althaea officinalis</i>	Guimauve officinale	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Anisantha rubens</i>	Brome rouge	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Anisantha sterilis</i>	Brome stérile	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Sabline de Marschlins	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Artemisia annua</i>	Armoise annuelle	-	NA	-	-
Asteraceae	<i>Artemisia caerulescens</i>	Armoise bleuissante	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Artemisia campestris</i>	Armoise champêtre	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Atriplex laciniata</i> L., 1753	Arroche laciniée, Arroche des sables	-	-	-	-
Araceae	<i>Arum italicum</i>	Gouet d'Italie	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Canne de Provence	-	LC	-	ZH
Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius</i>	Asperge à feuilles aiguës	-	LC	-	-
Asparagaceae	<i>Asparagus officinalis</i>	Asperge officinale	-	LC	-	-
Asphodelaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Asphodèle d'Ayard	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Atriplex prostrata</i>	Arroche prostrée	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Avena barbata</i>	Avoine barbue	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Bituminaria bituminosa</i>	Psoralée à odeur de bitume	-	LC	-	-
Gentianaceae	<i>Blackstonia perfoliata</i>	Blackstonie perfoliée	-	LC	-	-
Gentianaceae	<i>Blackstonia imperfoliata</i> (L.f.) Samp., 1913	Centaurée jaune, Chlore non perfoliée	-	EN (RA) DD (Corse) DD (MP)	-	ZH
Cyperaceae	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Bolbochoin maritime	-	LC	-	ZH
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>	Bourrache officinale	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Bromus lanceolatus</i>	Brome lancéolé	-	LC	-	-
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i>	Bryone dioïque	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	-	LC	-	-
Campanulaceae	<i>Campanula erinus</i>	Campanule érine	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Cardamine pratensis</i>	Cardamine dentée	-	LC	VU	ZH
Asteraceae	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Chardon à tête dense	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Carduus tenuiflorus</i>	Chardon à petites fleurs	-	LC	-	-
Cyperaceae	<i>Carex divisa</i>	Laîche divisée	-	LC	-	ZH
Cyperaceae	<i>Carex extensa</i> Gooden., 1794	Laîche étirée	-	LC (Corse)		ZH



Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut national	Liste Rouge nationale	Liste Rouge régionale	Liste Zones humides
Asteraceae	<i>Carlina lanata</i> L., 1753	Carlina laineuse	-	CR (Corse)		
Asteraceae	<i>Centaurea aspera</i>	Centaurée rude	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Centaurea calcitrapa</i>	Centaurée chausse-trappe	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Centaurea melitensis</i>	Centaurée de Malte	-	LC	-	-
Gentianaceae	<i>Centaureum tenuiflorum</i>	Petite-centaurée à petites fleurs	-	LC	-	ZH
Caprifoliaceae	<i>Centranthus calcitrapae</i>	Centranthe chausse-trappe	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i>	Céraiste aggloméré	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Cerastium pumilum</i>	Céraiste diffus	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Cerastium semidecandrum</i>	Céraiste à cinq étami étamines	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Cercis siliquastrum</i>	Arbre de Judée	-	NA	-	-
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc	-	NA	-	-
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	Cirse commun	-	LC	-	-
Cistaceae	<i>Cistus monspeliensis</i>	Ciste de Montpellier	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Clematis flammula</i>	Clématite flammette	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	Clématite des haies	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Clinopodium nepeta</i>	Clinopode népéta	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Cortaderia selloana</i>	Herbe de la pampa	-	NA	-	-
Crassulaceae	<i>Crassula tillaea</i>	Crassule tillée	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Crepis foetida</i>	Crépide fétide	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Crepis pulchra</i>	Crépide élégante	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Crepis sancta</i>	Crépide sacrée	-	NA	-	-
Asteraceae	<i>Crepis vesicaria</i>	Crépide vésiculeuse	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Cynoglossum creticum</i>	Cynoglosse de Crète	-	LC	-	-
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	-	LC	-	-
Caprifoliaceae	<i>Dipsacus fullonum</i>	Cardère à foulon	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Dittrichia graveolens</i>	Inule fétide	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Dittrichia viscosa</i>	Inule visqueuse	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Draba verna</i>	Drave printanière	-	LC	-	-
Cucurbitaceae	<i>Ecballium elaterium</i>	Momordique élatérium	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Echium asperum</i>	Vipérine très rude	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	Vipérine commune	-	LC	-	-
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Chalef à feuilles étroites	-	NA	-	-
Poaceae	<i>Elytrigia acuta</i>	Chiendent aigu	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Elytrigia elongata</i>	Chiendent allongé	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Elytrigia repens</i>	Chiendent rampant	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Teucrium dunense</i>	Germandrée des dunes				
Geraniaceae	<i>Erodium ciconium</i>	Érodium bec-de-cigogne	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Érodium acaule	-	LC	-	-



Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut national	Liste Rouge nationale	Liste Rouge régionale	Liste Zones humides
Fabaceae	<i>Ervum tetraspermum</i>	Ers à quatre graines	-	LC	-	-
Ephedraceae	<i>Ephedra distachya</i>	Raisin de mer				
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia characias</i>	Euphorbe characias	-	LC	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbe réveil matin	-	LC	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia maculata</i>	Euphorbe tachée				
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia segetalis</i>	Euphorbe des moissons	-	LC	-	-
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	Figuier d'Europe	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Filago pygmaea</i>	Cotonnière pygmée	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Filago pyramidata</i>	Cotonnière pyramidale	-	LC	-	-
Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i>	Frankénie pulvérulente	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Galactites tomentosus</i>	Galactites tomenteux	-	LC	-	-
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium lucidum</i>	Géranium luisant	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium molle</i>	Géranium mou	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium robertianum</i>	Géranium pourpre	-	LC	-	-
Geraniaceae	<i>Geranium rotundifolium</i>	Géranium à feuilles rondes	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Hedypnois rhagadioloides</i>	Hédypnois faux rhagadiole	-	LC	-	-
Cistaceae	<i>Helianthemum hirtum</i>	Hélianthème hérissé	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Helichrysum stoechas</i>	Hélichryse stoechade	-	LC	-	-
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Héliotrope de Curaçao	-	NA	-	-
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium europaeum</i>	Héliotrope d'Europe	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Helminthotheca echinoides</i>	Picride fausse vipérine	-	LC	-	-
Orchidaceae	<i>Himantoglossum robertianum</i>	Himantoglosse de Robert	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana</i>	Hirschfeldie blanchie	-	LC	-	-
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis perforé	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	Porcelle glabre	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	Porcelle enracinée	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Hordeum marinum</i> Huds., 1778	Orge maritime, Orge marine	-	LC (Corse) EN (MP)	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus acutus</i>	Jonc aigu	-	LC	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus articulatus</i>	Jonc articulé	-	LC	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	Jonc épars	-	LC	-	ZH
Juncaceae	<i>Juncus maritimus</i>	Jonc maritime	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i>	Laitue scariole	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Lagurus ovatus</i>	Lagure ovale	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamier embrassant	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Lepidium draba</i>	Passerage drave	-	LC	-	-



Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut national	Liste Rouge nationale	Liste Rouge régionale	Liste Zones humides
Asteraceae	<i>Limbarda crithmoides</i> (L.) Dumort., 1827	Inule faux crithme	-	LC (Corse)	-	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium cuspidatum</i>	Limonium cuspidé	NV1	LC	-	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium duriusculum</i>	Limonium plutôt dur	-	NT	-	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium echioides</i>	Limonium fausse vipérine	-	LC	-	-
Plumbaginaceae	<i>Limonium girardianum</i>	Limonium de Girard	NV1	LC	-	ZH
Plumbaginaceae	<i>Limonium narbonense</i>	Limonium de Narbonne	-	LC	-	ZH
Plumbaginaceae	<i>Limonium virgatum</i>	Limonium en baguette	-	LC	-	-
Brassicaceae	<i>Lobularia maritima</i>	Lobulaire maritime	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Lotus herbaceus</i>	Lotier herbacé	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Lotus hirsutus</i>	Lotier hirsute	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Lycopsis arvensis</i>	Lycopside des champs	-	LC	-	-
Primulaceae	<i>Lysimachia arvensis</i>	Lysimaque des champs	-	LC	-	-
Primulaceae	<i>Lysimachia linum-stellatum</i>	Lysimaque lin-étoilé	-	LC	-	-
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	Marrube commun	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Medicago minima</i>	Luzerne naine	-	LC	-	-
Euphorbiaceae	<i>Mercurialis annua</i>	Mercuriale annuelle	-	LC	-	-
Asparagaceae	<i>Muscari comosum</i>	Muscari chevelu	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Myosotis pusilla</i>	Myosotis fluet	NV1	LC	VU	-
Boraginaceae	<i>Myosotis ramosissima</i>	Myosotis très rameux	-	LC	-	-
Boraginaceae	<i>Neotostema apulum</i>	Néatostème d'Apulie	-	LC	-	-
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i>	Onagre bisannuelle	-	NA	-	-
Poaceae	<i>Oloptum miliaceum</i>	Oloptum millet	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Ononis mitissima</i>	Bugrane sans épine	-	VU	-	-
Fabaceae	<i>Ononis spinosa</i>	Bugrane épineuse	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Onopordum illyricum</i>	Onoporde d'Illyrie	-	LC	-	-
Orchidaceae	<i>Ophrys passionis</i>	Ophrys de la Passion	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Pallenis spinosa</i>	Pallénide épineuse	-	LC	-	-
Amaryllidaceae	<i>Pancratium maritimum</i>	Pancrais maritime	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Parapholis incurva</i>	Lepture courbé	-	LC	-	-
Orobanchaceae	<i>Parentucellia latifolia</i>	Parentucelle à feuilles larges	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Petrorhagia prolifera</i>	Pétiorrhagie prolifère	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Phleum arenarium</i>	Fléole des sables	-	-	-	-
Oleaceae	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Phillyrée à feuilles étroites	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Phleum pratense</i>	Fléole noueuse	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Phragmite austral	-	LC	-	ZH
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago afra</i>	Plantain psyllium	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago arenaria</i>	Plantain des sables	-	LC	-	-



Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut national	Liste Rouge nationale	Liste Rouge régionale	Liste Zones humides
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>	Plantain corne-de-cerf	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago lagopus</i>	Plantain queue-de-lièvre	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	-	LC	-	-
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>	Renouée des oiseaux	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Polypogon maritimus</i>	Polypogon maritime	-	LC	-	ZH
Poaceae	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Polypogon de Montpellier	-	LC	-	ZH
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc	-	LC	-	ZH
Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	-	LC	-	ZH
Rosaceae	<i>Poterium sanguisorba</i>	Potérium sanguisorbe	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus parviflorus</i>	Renoncule à petites fleurs	-	LC	-	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Renoncule aquatique	-	LC	-	-
Resedaceae	<i>Reseda phyteuma</i>	Réséda jaune	-	LC	-	-
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux-acacia	-	NA	-	-
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Rostraria pubescens</i> (Lam.) Trin., 1820	Koélérie du littoral	-	NT (Corse)		Poaceae
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	Ronce à feuilles d'Orme	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Sabulina tenuifolia</i>	Minuartie à petites feuilles	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Salicornia fruticosa</i>	Salicorne ligneuse	-	LC	-	ZH
Salicaceae	<i>Salix alba</i>	Saule blanc	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Salsola kali</i>	Soude salsovie	-	LC	-	-
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir	-	LC	-	-
Primulaceae	<i>Samolus valerandi</i>	Samole de Valérand	-	LC	-	ZH
Saxifragaceae	<i>Saxifraga tridactylites</i>	Saxifrage à trois doigts	-	LC	-	-
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	Scabieuse pourpre noir	-	LC	-	-
Cyperaceae	<i>Scirpoides holoschoenus</i>	Faux scirpe jonc	-	LC	-	ZH
Crassulaceae	<i>Sedum cespitosum</i>	Orpin cespiteux	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i>	Séneçon commun	-	LC	-	-
Rubiaceae	<i>Sherardia arvensis</i>	Shérardie des champs	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Silene latifolia</i>	Silène armérie	-	LC	-	-
Caryophyllaceae	<i>Silene nocturna</i>	Silène nocturne	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Silybum marianum</i>	Silybe de Marie	-	LC	-	-
Amaranthaceae	<i>Soda inermis</i>	Soude inerme	-	LC	-	ZH
Asteraceae	<i>Sonchus asper</i>	Laiteron épineux	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Sonchus bulbosus</i>	Laiteron bulbeux	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Sonchus maritimus</i>	Laiteron maritime	-	LC	-	ZH
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	Tamaris des Canaries	-	LC	-	-
Apiaceae	<i>Torilis nodosa</i>	Torilide noueuse	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Tragopogon dubius</i>	Salsifis douteux	-	LC	-	-



Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut national	Liste Rouge nationale	Liste Rouge régionale	Liste Zones humides
Fabaceae	<i>Trifolium arvense</i>	Trèfle des champs	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i>	Trèfle doré	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Trifolium scabrum</i>	Trèfle scabre	-	LC	-	-
Poaceae	<i>Triplidium ravennae</i>	Triplidium de Ravenne	-	LC	-	ZH
Fabaceae	<i>Ulex parviflorus</i> Pourr., 1788	Ajonc à petites fleurs, Ajonc de Provence	-	-	-	-
Ulmaceae	<i>Ulmus minor</i>	Orme mineur	-	LC	-	-
Asteraceae	<i>Urospermum picroides</i>	Urosperme fausse picride	-	LC	-	-
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque	-	LC	-	-
Rubiaceae	<i>Valantia muralis</i>	Vaillantie des murs	-	LC	-	-
Caprifoliaceae	<i>Valerianella locusta</i>	Valérianelle potagère	-	LC	-	-
Scrophulariaceae	<i>Verbascum sinuatum</i>	Molène sinuée	-	LC	-	-
Plantaginaceae	<i>Veronica arvensis</i>	Véronique des champs	-	LC	-	-
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i>	Vesce cultivée	-	NA	-	-
Zosteraceae	<i>Zostera marina</i> L., 1753	Zostère maritime, Varech des bords de mer, Varech marin	PACA	DD (Corse) CR (PACA)	-	-
Zosteraceae	<i>Zostera noltei</i> Hornem., 1832	Varech de Nolte, Zostère naine	PACA	DD (Corse) EN (PACA)	-	-



Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés

Relevé effectué par L. VALLEJO les 09 et 17 avril 2026.

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Araneae	Araneidae	Épeire de velours <i>Agelenatea redii</i> (Scopoli, 1763)		Très faible		
	Thomisidae	Thomise Napoléon <i>Synema globosum</i> (Fabricius, 1775)		Très faible		
Coleoptera	Carabidae	Cicindela maroccana <i>Cicindela maroccana</i> Fabricius, 1801		Très faible		
		Lophyra flexuosa <i>Lophyra flexuosa</i> (Fabricius, 1787)		Faible		
	Chrysomelidae	Chrysomèle perforée <i>Chrysolina hyperici</i> (Forster, 1771)		Très faible		
		Chrysomèle populaire <i>Chrysomela populi</i> Linnaeus, 1758		Très faible		
		Lachnaia tristigma <i>Lachnaia tristigma</i> (Lacordaire, 1848)		Très faible		
	Coccinellidae	Coccinelle à 7 points <i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758		Très faible		
	Scarabaeidae	Oxythyrea funesta <i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761)		Très faible		
		Tropinota hirta <i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761)		Très faible		
	Tenebrionidae	Tentyria mucronata <i>Tentyria mucronata</i> Steven, 1829		Très faible		
Diptera	Bibionidae	Bibion de S. Marc rouge <i>Bibio hortulanus</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Bombyliidae	Bombylella atra <i>Bombylella atra</i> (Scopoli, 1763)		Très faible		
	Syrphidae	Eupeodes corollae <i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)		Très faible		
Hemiptera	Cercopidae	Cercope <i>Cercopis vulnerata</i> Rossi, 1807		Très faible		
	Lygaeidae	Punaise écuyère <i>Lygaeus equestris</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Miridae	Lygus pratensis <i>Lygus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Pentatomidae	Staria lunata <i>Staria lunata</i> (Hahn, 1835)		Très faible		
	Pyrrhocoridae	Gendarme <i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
	Reduviidae	Rèduve à pattes rouges <i>Rhynocoris erythropus</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible		



Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Hymenoptera	Apidae	Abeille charpentière <i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
		Abeille domestique <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758		Très faible		
	Mutillidae	Nemka viduata <i>Nemka viduata</i> (Pallas, 1773)		Très faible		
	Vespidae	Polistes gallicus <i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible		
Lepidoptera	Hesperiidae	Hespérie de l'Alcée <i>Carcharodus alceae</i> (Esper, 1780)		Très faible		
	Lycaenidae	Azuré de la Bugrane <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)		Très faible	LC	LC
		Thécla de la Ronce <i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
	Nymphalidae	Mégère <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible	LC	LC
		Vulcain <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
	Papilionidae	Machaon <i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758		Très faible	LC	LC
	Pieridae	Citron de Provence <i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)		Très faible	LC	LC
		Marbré-de-vert <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
		Piérade de la Rave <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
		Piérade du Chou <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
		Souci <i>Colias crocea</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785)		Très faible	LC	LC
	Sphingidae	Moro-Sphinx <i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible		
Mantodea	Empusidae	Empuse commune <i>Empusa pennata</i> (Thunberg, 1815)		Très faible		
Odonata	Aeshnidae	Anax napolitain <i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)		Très faible	LC	LC
	Coenagrionidae	Agrion élégant <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)		Très faible	LC	LC
	Lestidae	Leste brun <i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)		Très faible	LC	LC
	Libellulidae	Orthétrum réticulé <i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)		Très faible	LC	LC
Orthoptera	Acrididae	Criquet égyptien <i>Anacridium aegyptium</i> (Linnaeus, 1764)		Très faible		LC



Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
		OEdipode automnale <i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)		Très faible		LC
		OEdipode framboisine <i>Acrotylus fischeri</i> Azam, 1901		Très faible		LC
		OEdipode grenadine <i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)		Très faible		LC

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

NI1 : Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 2 (protection nationale habitat)

NI2 : Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 3 (protection nationale individus)

RI11 : Liste des insectes protégés en région Île-de-France - Article 1

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens

Relevé effectué par Naturalia en 2019 et 2021, Evinerude en 2025 et Vincent HALLOT (ECO-MED) les 10 et 31 mars, 07 et 21 avril 2026.

Espèce	DONNÉES BIBLIO ECO-MED	NATURALIA	EVINERUDE	10/03/2026	31/03/2026	07/04/2026	21/04/2026	05/05/2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Crapaud calamite* <i>Epidalea calamita</i> (Laurenti, 1768)	✓	✓		✓		✓	✓	✓	CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC
Grenouille de Pérez* / Grenouille de Graf* <i>Pelophylax perezi</i> (Seoane, 1885) / <i>Pelophylax kl. grafi</i> (Crochet, Dubois, Ohler & Tunner, 1995)		✓							IBE3 FRAR2	Modéré			NT	NT
Grenouille rieuse* <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas, 1771)	✓		✓	✓		✓			IBE3 CDH5 FRAR3	Nul	LC	LC	LC	
Pélodyte ponctué* <i>Pelodytes punctatus</i> (Daudin, 1803)			✓	✓	✓			✓	IBE3 FRAR2	Fort	LC	LC	LC	LC
Grenouille verte indéterminée* <i>Pelophylax Fitzinger</i> , 1843				✓		✓	✓	✓	IBE3	Faible				
Rainette méridionale* <i>Hyla meridionalis</i> Böttger, 1874	✓		✓	✓		✓			CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II



IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

NAR2 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

NAR3 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 3

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles

Relevé effectué par Naturalia en 2019 et 2021, Evinerude en 2025 et Vincent HALLOT (ECO-MED) les 05 et 15 mai 2026.

Espèce	DONNÉES BIBLIO ECO-MED	NATURALIA	EVINERUDE	18/02/2026	04/03/2026	10/03/2026	20/03/2026	31/03/2026	07/04/2026	09/04/2026	21/04/2026	05/05/2026	15/05/2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Couleuvre de Montpellier* <i>Malpolon monspessulanus</i> (Hermann, 1804)	✓	✓	✓											IBE3 FRAR3	Modéré	LC	LC	LC	NT
Couleuvre vipérine* <i>Natrix maura</i> (Linnaeus, 1758)			✓											IBE3 FRAR3	Faible	LC	LC	LC	NT
Lézard des murailles* <i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)	✓		✓		✓		✓			✓		✓	✓	CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC
Tarente de Maurétanie* <i>Tarentola mauritanica</i> (Linnaeus, 1758)	✓		✓	✓						✓	✓	✓	✓	IBE3 FRAR3	Très faible	LC	LC	LC	LC

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

NAR2 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

NAR3 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 3



Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux

Relevé effectué par le CEN PACA, la LPO PACA, les bureaux d'études EGIS, Naturalia, Evinerude et ECO-MED en 2006, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 et 2025, 2026

Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Bihoreau gris* (<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758))											✓		IBE2 NO3 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	NT	VU
Bondrée apivore* (<i>Pernis apivorus</i>)										✓			NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Bouscarle de Cetti* <i>Cettia cetti</i> (Temminck, 1820)					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Bruant proyer* <i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758												✓	NO3 IBE3	Faible	LC	LC	LC	NT
Busard des roseaux* <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)				✓	✓			✓	✓		✓		NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	LC	NT	EN
Buse variable* <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)		✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓		NO3 IBO2 IBE3 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> <i>Linnaeus, 1758</i>										✓	✓		IBO2 IBE3 IBOAE CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	LC
Chardonneret élégant* <i>Carduelis carduelis</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	VU	LC
Chevalier guignette* <i>Actitis hypoleucos</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>								✓	✓	✓	✓		IBE2 NO3 IBO2 IBOAE	Très faible	LC	LC	-	-
Choucas des tours* <i>Corvus monedula</i> <i>Linnaeus, 1758</i>												✓	NO3 CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Cisticole des joncs* <i>Cisticola juncidis</i> <i>(Rafinesque, 1810)</i>		✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	NO3 IBE3	Faible	LC	LC	VU	LC
Cochevis huppé* <i>Galerida cristata</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>					✓		✓			✓		✓	NO3 IBE3	Faible	LC	LC	LC	VU
Corbeau freux <i>Corvus frugilegus</i> <i>Linnaeus, 1758</i>												✓	CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Corneille noire <i>Corvus corone</i> <i>Linnaeus, 1758</i>					✓			✓		✓	✓	✓	IBE3 CDO22	Très faible	LC	LC	LC	VU
Coucou geai* <i>Clamator glandarius</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>					✓				✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Modéré	LC	LC	LC	VU



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Echasse blanche* <i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)				✓			✓				✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	LC
Epervier d'Europe* <i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)			✓								✓		NO3 IBO2 IBE3 NO6 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Étourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758					✓			✓		✓	✓	✓	CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Faucon crécerelle* <i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758		✓			✓						✓		IBE2 NO3 IBO2 CCA	Faible	LC	LC	NT	NT
Faucon hobereau* <i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758										✓	✓		IBE2 NO3 IBO2 CCA	Modéré	LC	LC	LC	NT
Fauvette à lunette* <i>Curruca conspicillata</i>										✓			IBE2 NO3	Faible	LC	LC	EN	EN
Fauvette grisette* <i>(Sylvia communis)</i>							✓						IBE2 NO3	Faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette mélanocéphale* <i>Sylvia melanocephala</i> (Gmelin, 1789)					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	NT	LC
Fauvette passerinette* <i>Sylvia cantillans</i> (Pallas, 1764)				✓	✓		✓						IBE2 NO3	Faible	LC	-	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Gobemouche noir* <i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)				✓	✓					✓			IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	VU	
Goéland leucophée* <i>Larus michahellis</i> Naumann, 1840												✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Grand Cormoran* <i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)												✓	NO3 IBE3 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	NT
Grive musicienne <i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831												✓	IBE3 CDO22 OC3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Guêpier d'Europe* <i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		IBE2 NO3 IBO2	Faible	LC	LC	LC	LC
Héron garde-bœufs* <i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)								✓		✓	✓		NO3 IBE3 CCA IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle rustique* <i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758					✓				✓		✓		IBE2 NO3	Faible	LC	LC	NT	NT
Huîtrier pie* <i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758					✓		✓		✓		✓		IBE3 IBOAE CDO22 OC3	Très faible	NT	VU	LC	CR
Huppe fasciée* <i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758				✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	NO3 IBE3	Modéré	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Martin-pêcheur d'Europe* <i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)									✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3 CDO1	Très faible	LC	VU	VU	LC
Martinet noir* <i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)					✓						✓		NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Mésange à longue queue* <i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)												✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange bleue* <i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)												✓	NO3 IBE2	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange charbonnière* <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758										✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Milan noir * <i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Moineau domestique* <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓				✓	✓	NO3	Très faible	LC		LC	LC
Mouette mélanocéphale* <i>Ichthyæetus melanocephalus</i> (Temminck, 1820)										✓	✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	VU
Mouette rieuse* <i>Chroicocephalus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)					✓				✓	✓	✓		NO3 IBE3 IBOAE CDO22	Très faible	LC	LC	NT	VU



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Œdicnème criard* <i>Burhinus oedicephalus</i> (Linnaeus, 1758)		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Modéré	LC	LC	LC	NT
Perdrix rouge <i>Alectoris rufa</i> (Linnaeus, 1758)										✓	✓	✓	IBE3 CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	VU
Petit-duc scops* <i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)					✓				✓	✓	✓		IBE2 NO3 CCA	Modéré	LC	LC	LC	LC
Pic épeichette* <i>Dendrocopos minor</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓			✓	✓	✓	IBE2 NO3	Faible			VU	LC
Pic vert* <i>Picus viridis</i>												✓	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pie bavarde <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)					✓		✓		✓	✓	✓	✓	CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pie-grièche à tête rousse* <i>Lanius senator</i>					✓								IBE2 NO3	Faible	LC	LC	VU	CR
Pinson des arbres* <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758												✓	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit des arbres* <i>Anthus trivialis</i>							✓						IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit farlouse* <i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)									✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3	Très faible	NT	NT	VU	-



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Pouillot de Bonelli* <i>Phylloscopus bonelli</i> (Vieillot, 1819)				✓	✓								NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pouillot de Sibérie* <i>Phylloscopus collybita tristis</i> Blyth, 1843												✓	NO3 IBE3	Très faible	-	-	-	-
Pouillot fitis* <i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)							✓		✓	✓			NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pouillot siffleur* <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)					✓		✓						IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pouillot véloce* <i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)				✓	✓						✓		NO3 IBE3	Très faible	LC	-	LC	NT
Roitelet huppé* <i>Regulus regulus</i>											✓		IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Rollier d'Europe* <i>Coracias garrulus</i> Linnaeus, 1758					✓		✓	✓			✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Fort	LC	LC	NT	NT
Rosignol philomèle* <i>Luscinia megarhynchos</i> C. L. Brehm, 1831										✓			IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	NT
Rougegorge familier* <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758))										✓	✓		IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	LC



Espèce	2006	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Rougequeue noir* (<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774))										✓			IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	LC
Sterne hansel* (<i>Gelochelidon nilotica</i>)											✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	VU	EN
Sterne pierregarin* (<i>Sterna hirundo</i>)											✓		IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	VU
Tadorne de Belon* <i>Tadorna tadorna</i> (Linnaeus, 1758)			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	IBE2 NO3 IBO2 IBOAE	Modéré	LC	LC	LC	LC
Troglodyte mignon* (<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758))										✓			IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Verdier d'Europe* (<i>Chloris chloris</i>)											✓		IBE2 NO3	Faible	LC	LC	VU	VU



Légende

Observation

Effectifs : **X** = quelques (inférieur à 10 individus ou 5 couples), **XX** = nombreux (supérieurs à 10 individus ou 5 couples), **Cple** = couple(s), **M** = male(s), **F** = femelle(s), **Juv** = Juvénile(s), **Fam** = famille(s), **Cht** = chant, **Ind** = individu(s)

Statut de protection

CDO1 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe I

CDO21 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe II/1

CDO22 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe II/2

CDO31 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe III/1

CDO32 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe III/2

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) – Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) – Annexe III

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II

Ngib_ch_1 : Liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée – Premier

NO3 : Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – Article 3

Statut biologique

Npo : Nicheur possible

Npr : Nicheur probable

Nc : Nicheur certain

Nalim : Nicheur hors de la zone d'étude exploitée pour l'alimentation

Migr : Migrateur (total ou partiel)

Hiv : Hivernant

Est : Estivant

Tra : En transit

Err : Erratique

Sed : Sédentaire

Nicheur possible

1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.

Nicheur probable

3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.

Nicheur certain

10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adultes entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couvrir.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).

Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EBCC (European BirdCensus Council).



Statut de conservation

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée

*w : évaluations basées sur les données hivernales

Sources : UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 ; BirdLife International, 2015 ; LPO PACA & CEN PACA, 2020



Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères terrestres

Relevé effectué par Léo SERANNE le 17/03/2023 et complété par les autres experts d'ECOMED.

FAMILLE/espèce	Statut de protection	Liste rouge France (UICN 2017)	Type d'indice de présence
CANIDAE			
Renard roux <i>Vulpes vulpes</i>		LC	Vu + fèces + empreinte
LEPORIDAE			
Lapin de garenne <i>Oryctolagus cuniculus</i>		NT	Vu + fèces + garenne
MUSTELIDAE			
Fouine <i>Martes foina</i>	CBE3	LC	Empreinte
SUIDAE			
Sanglier <i>Sus scrofa</i>		LC	Fèces + empreinte
SORICIDAE			
Crocidure des jardins <i>Crocidura suaveolens</i>	CBE3	NT	Reste osseux
Crocidure musette <i>Crocidura russula</i>	CBE3	LC	Reste osseux
SCIURIDAE			
Ecureuil roux <i>Sciurus vulgaris</i>	NM2, CBE3	LC	Cônes de pins rongés

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II

NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er

NM2 : Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

Statut de conservation

Listes rouges mondiale, européenne et nationale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)



NE	Non évaluée
----	-------------



Annexe 9 Relevé relatif aux chiroptères

Relevés effectués par Lénéaïc ROUSSEL et Mathieu FAURE (NATURALIA), Natalia CIVIL, Carla LEON, Léo SERANNE et Aurélien BIRO les 07/02/2018, 26/04/2018, 30/04/2018, 15/06/2018, 18/09/2018, 08/07/2021, 14/09/2021, 13/06/2022, 31/08/2022, 09/06/2023, 03/07/2023, 06/09/2023 et 18/10/2023.

Espèces		Statut de protection	Liste rouge France (UICN 2017)
MINIOPTERIDAE			
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	VU
MOLOSSIDAE			
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
RHINOLOPHIDAE			
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
VESPERTILONIDAE			
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Murin groupe des Natterer	<i>Myotis nattereri/Myotis crypticus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leislerii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Pipistrelle de Khul	<i>Pipistrellus khulii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	NT
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	LC

Légende

CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II

CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV

CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II

NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er



NM2 : Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

Statut de conservation

Listes rouges mondiale, européenne et nationale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA ^a	Introduite
NA ^b	Occasionnelle ou marginale
NA ^c	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA ^d	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée



Annexe 10 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité

Etant donnée la grande diversité des milieux et l'importante richesse spécifique des groupes taxonomiques étudiés, il est très difficile, voire impossible, de réaliser un inventaire exhaustif de la zone d'étude à moins d'un effort considérable et encore. Il s'agit davantage d'une vision globale mais imprécise de la zone d'étude.

Le problème majeur de tous les protocoles d'inventaires ou de suivis d'espèces est la **détection**. En effet, la difficulté rencontrée lorsque l'on étudie la biodiversité sur le terrain est que les individus ou les espèces ne sont pas tous détectables avec la même facilité et ne sont donc pas nécessairement toutes détectés. Un grand nombre de facteurs vont influencer cette détection des espèces, par exemple :

- leur biologie, éthologie et écologie (rythme d'activité saisonnier (=phénologie) ou journalier (diurne/nocturne), localisation des zones plus ou moins denses en végétation, comportement cryptique, discrétion, taille, etc.),
- l'effet observateur potentiellement très fort (expérience relative, a priori sur les espèces et familiarité plus ou moins forte avec certaines, fatigue, temps de prospection réalisé, etc.),
- les conditions météorologiques (précipitations, température, vent, lune, etc.).

Annexe 2 : Etat initial acoustique

Rapport de Mesures Acoustiques

N° R33251013-CB

Client : ANTEA GROUP

Adresse : Parc de Napollon 400 avenue du Pasetemps – Bât C – Aubagne (13)

Objet : Mesures réglementaires d'impact sonore environnemental
Site MARCEGAGLIA à Fos-sur-Mer

Date : 08/10/2025



Agence Toulouse (siège)

ZA de Tourneris - Lot 1 31470
Bonrepos-sur-Aussonnelle
contact@acoustique-delhom.com
+33 (0)5 61 91 64 90

Agence Paris

19-21, allées de l'Europe - 92100
Clichy, Paris | Equinox - Bat B
contact@acoustique-delhom.com
+33 (0)1 40 81 03 54

Table des matières

1	OBJET DE LA MISSION -----	3
2	CADRES DE LA MISSION-----	4
2.1	Le cadre réglementaire	4
2.1.1	Contrôle en limite de propriété du site (LP)	4
2.1.2	Contrôle en zone à émergence réglementée (ZER)	4
2.1.3	Contrôle de tonalités marquées	4
2.2	Le cadre normatif	5
3	DETAILS DE L'INTERVENTION-----	6
3.1	Dates de l'intervention et opérateur en charge des mesurages	6
3.2	Matériel de mesure utilisé	6
3.3	Emplacements de mesurage	7
3.4	Fonctionnement des installations	10
3.5	Conditions météorologiques	10
4	RESULTATS DES MESURAGES-----	11
4.1	Généralités	11
4.2	Résultats des mesures en Limites de Propriété du site	11
4.3	Contrôle de Tonalités Marquées	12
5	SYNTHESE -----	13
6	ANNEXES -----	14
6.1	Annexe 1 : Définition	14
6.2	Annexe 2 : Paramètres Météorologiques	15
6.3	Annexe 3 : Détail des mesurages	17
6.3.1	Point 1	17
6.3.2	Point 2	18
6.3.3	Point 3	19
6.3.4	Point 4	20
6.3.5	Point 5	21
6.3.6	Point 6	22
6.3.7	Point 7	23
6.3.8	Point 8	24
6.3.9	Point 9	25

1 OBJET DE LA MISSION

La société **ANTEA GROUP** a confié à notre bureau d'étude **DELHOM ACOUSTIQUE** une mission de mesures d'impact sonore réglementaires pour le site de la société **MARCEGAGLIA** à Fos-sur-Mer (13) dans le cadre d'un projet d'extension du site.

Cette intervention s'inscrit dans le cadre réglementaire de l'**Arrêté du 23 janvier 1997** relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), texte faisant référence à la norme **NFS 31-010**, « caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement », complétée par la norme **NF S 31-120** « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement - Influence du sol et des conditions météorologiques ».

Cette mission a pour but de caractériser les niveaux sonores générés par le fonctionnement des installations du site en limite de propriété.

La mission réalisée s'est déroulée de la manière suivante :

- Préparation de l'intervention sur site ;
- Déplacement et positionnement des appareils de mesures sur site ;
- Dépouillement et analyse acoustique des enregistrements ;
- Détermination des niveaux sonores constatés lors de l'intervention ;
- Rédaction du présent rapport.

2 CADRES DE LA MISSION

2.1 Le cadre réglementaire

Cette mission est réalisée dans le cadre réglementaire de l'**Arrêté du 23 janvier 1997** relatif à la limitation des bruits générés dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Les chapitres suivants synthétisent les contraintes réglementaires à respecter par le site étudié.

2.1.1 Contrôle en limite de propriété du site (LP)

L'arrêté préfectoral du site (16 novembre 2017) fixe pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement. L'arrêté du 23 janvier 1997 précise que les valeurs fixées ne peuvent excéder **70 dB(A)** pour la période de jour et **60 dB(A)** pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la zone considéré est supérieur à cette limite.

2.1.2 Contrôle en zone à émergence réglementée (ZER)

L'**Arrêté du 23 janvier 1997** fixe les valeurs des émergences admissibles à ne pas dépasser dans les différentes zones où celles-ci sont réglementées. En fonction des niveaux de bruit ambiant existants dans ces zones (bruit incluant celui de l'établissement) et des périodes de la journée, les valeurs d'émergences admissibles sont les suivantes.

Tableau 1. Valeurs des émergences admissibles

NIVEAU DE BRUIT AMBIANT EXISTANT	Émergence admissible pour la période allant de 7h à 22h, sauf dimanches et jours fériés	Émergence admissible pour la période allant de 22h à 7h, ainsi que les dimanches et jours fériés
BRUIT AMBIANT Supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
BRUIT AMBIANT Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

A noter que dans le cas du site de MARCEGAGLIA à Fos-sur-Mer, aucune zone à émergence réglementée sensible n'a été repérée.

2.1.3 Contrôle de tonalités marquées

L'**Arrêté du 23 janvier 1997** précise également, que dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée, de manière cyclique ou établie, sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

2.2 Le cadre normatif

Les mesures effectuées au cours de cette mission ont été réalisées conformément aux préconisations des normes **NF S 31-010** et **NF S 31-120** relatives à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement.

La norme **NF S 31-010** fait notamment référence à deux méthodes qui se différencient par les exigences relatives aux moyens matériels à mettre en œuvre, à l'instrumentation utilisée, à la nature du bruit particulier émis et à la situation acoustique existante :

- La méthode dite de "Contrôle" ;

Cette méthode est utilisable pour détecter une émergence supérieure à 3 dB(A) ou pour mettre en évidence l'absence d'émergence en dB(A) si aucun des deux niveaux ne fluctue de plus de 2 dB(A) et si la différence de niveau détectée entre le bruit ambiant et le bruit résiduel est inférieure ou égale à 1 dB(A). Elle s'applique aux situations répondant aux conditions suivantes :

- Sources identifiées ;
- Durée et fréquence d'apparition des sources reproductibles ;
- Évolution temporelle du niveau sonore reproductible à chaque apparition ;
- Absence de bruit à tonalité marquée ;
- Situations ne nécessitant pas l'utilisation d'un indice fractile.

- La méthode dite "d'Expertise" ;

La méthode d'expertise fait appel à des descripteurs complémentaires de l'émergence en termes de L_{eq} . Elle nécessite des mesurages pendant une période d'observation importante afin d'améliorer la convergence des résultats.

Compte tenu de la situation acoustique rencontrée, c'est la méthode dite d'Expertise qui a été retenue.

La norme **NF S 31-120** permet quant à elle d'évaluer l'incidence des conditions météorologiques sur les niveaux sonores mesurés.

3 DETAILS DE L'INTERVENTION

3.1 Dates de l'intervention et opérateur en charge des mesurages

Les mesures réglementaires ont été réalisées lors d'une première campagne du 18 au 19 septembre 2024, puis lors d'une seconde du 23 au 24 septembre 2025. Ces campagnes ont été menées par M. Clément BAUDOUIN et M. Vincent RAMBERT, ingénieurs acousticiens de notre bureau d'études.

Les enregistrements ont été réalisés sur des durées suffisamment longues pour caractériser la situation acoustique du site (plusieurs heures).

3.2 Matériel de mesure utilisé

Le tableau suivant présente l'appareillage de mesure utilisé lors de cette mission.

Tableau 2. Appareillage de mesure utilisé

APPAREIL DE MESURE	MARQUE	MODELE	N° DE SERIE
CALIBREUR	01 dB	CAL31	95645
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	11 825
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	12 064
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	15 515
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	12 203
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	11 788
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	12 063
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	11 758
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	12 128
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	01 dB	Fusion	11 784

Les appareils ont été calibrés avant et après les mesurages à l'aide du calibre CAL31 de classe 1 vérifié périodiquement par le L.N.E. (Laboratoire National d'Essais) et possédant un certificat d'étalonnage en cours de validité. Une chaîne de mesure périodiquement vérifiée par le L.N.E. (Laboratoire National d'Essais) et possédant un certificat de vérification en cours de validité a été utilisée.

Les enregistrements ont été dépouillés à l'aide du logiciel dBTrait32 sur micro-ordinateur.

3.3 Emplacements de mesurage

La figure suivante présente le positionnement des appareils de mesures dans l'environnement.

Figure 1. *Localisation géographique des points de mesures*



*Les résultats de mesures issus de ces emplacements proviennent des mesures effectuées en septembre 2024

Les emplacements numérotés de 1 à 9 sont représentatifs du bruit constatable en limite de propriété du site.

Les photographies qui suivent rendent compte plus précisément des positions des points de mesures.

Tableau 3. *Emplacements de mesures retenus*

EMPLACEMENT	PHOTO DE L'ENVIRONNEMENT	COMMENTAIRE
POINT 1		Cet emplacement est représentatif de l'environnement situé à la pointe Nord du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié au bruit du poste de détente gaz, au bruit du quai de chargement de bateau situé de l'autre côté du bassin (bruit de transfert) et au bruit routier assez lointain.
POINT 2		Cet emplacement est représentatif de la limite de propriété Est du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié à un bruit diffus du site, au bruit généré par un quai de chargement de bateaux (cf. photo) et au bruit de pompes d'une station d'épuration du site.
POINT 3		Cet emplacement est représentatif de la limite de propriété à l'Ouest du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié au process du site (bruit diffus), au trafic routier et à l'impact d'un autre site industriel voisin.
POINT 4		Cet emplacement est représentatif de l'environnement situé à l'Ouest du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié au bruit sortant de l'atelier « Four Pits » ainsi qu'au trafic routier voisin.

EMPLACEMENT	PHOTO DE L'ENVIRONNEMENT	COMMENTAIRE
POINT 5		Cet emplacement est représentatif de la limite de propriété Nord-ouest du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention est principalement lié à l'activité de la zone Stockage Parebarre (chocs métalliques, circulation des engins de manutentions). Le bruit lié au trafic routier voisin est également bien perceptible.
POINT 6		Cet emplacement est représentatif de la nouvelle limite de propriété Nord du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié bruit du site (assez étouffé toutefois du fait de la protection apporté par un grand bâtiment du site) et au trafic routier lointain.
POINT 7		Cet emplacement est représentatif de la limite de propriété situé au Sud-Est du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié à l'avifaune, au bruit généré par le vent dans la végétation ainsi qu'au fonctionnement d'engins sur site.
POINT 8		Cet emplacement est représentatif de la limite de propriété situé au Sud du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié à l'avifaune, au bruit généré par le vent dans la végétation ainsi qu'au fonctionnement d'engins sur site.

EMPLACEMENT	PHOTO DE L'ENVIRONNEMENT	COMMENTAIRE
POINT 9		Cet emplacement est représentatif de la limite de propriété Sud-Ouest du site. Le bruit ambiant constaté le jour de notre intervention était principalement lié au trafic routier important de la départementale D268, au fonctionnement des installations des industries environnantes ainsi qu'au bruit généré par le vent dans la végétation.

3.4 Fonctionnement des installations

Les installations du site sont susceptibles de fonctionner en périodes diurne et nocturne.

Pour notre analyse, les intervalles de référence et d'observation ont été les suivants :

- Période diurne : 07h00 à 22h00 ;
- Période nocturne : 22h00 à 07h00.

3.5 Conditions météorologiques

La norme **NF S 31-120** décrit l'incidence des conditions météorologiques sur la propagation du son entre un récepteur et une source de bruit.

Pour plus de clarté, le détail des conditions météorologiques rencontrées lors de notre intervention et l'analyse de leurs incidences sont présentés en annexe du présent rapport.

4 RESULTATS DES MESURAGES

4.1 Généralités

Les différents niveaux de bruit équivalents et indices fractiles (niveaux atteints ou dépassés pendant x % du temps) ont été calculés sur chacune des périodes d'enregistrement retenues pour notre analyse et sont reportés en Annexe 3 du présent rapport avec l'ensemble des graphes représentant l'évolution temporelle des niveaux sonores enregistrés.

- Résultats en limite de propriété du site : Conformément à la réglementation, les niveaux de pression acoustique équivalent (L_{eq}) seront retenus pour caractériser les situations acoustiques, sauf si certaines particularités ne justifient l'utilisation d'indices particuliers.
- Les valeurs des mesures sont arrondies au $\frac{1}{2}$ dB(A) près.

4.2 Résultats des mesures en Limites de Propriété du site

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit ambiant constatés les jours de nos interventions aux différents emplacements de limite de propriété du site.

Tableau 4. *Niveaux sonores constatés en limite de propriété*

LIMITE DE PROPRIETE	PERIODE	BRUIT AMBIANT CONSTATE	LIMITE AUTORISEE	CONFORMITE
POINT 1	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 51.5$ dB(A)	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 54.0$ dB(A)	60.0 dB(A)	Conforme
POINT 2	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 52.0$ dB(A)	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 50.0$ dB(A)	60.0 dB(A)	Conforme
POINT 3	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 54.5$ dB(A)	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 55.0$ dB(A)	60.0 dB(A)	Conforme
POINT 4	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 53.0$ dB(A)	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 50.5$ dB(A)	60.0 dB(A)	Conforme
POINT 5	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 51.5$ dB(A)	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 53.5$ dB(A)	60.0 dB(A)	Conforme

LIMITE DE PROPRIÉTÉ	PERIODE	BRUIT AMBIANT CONSTATE	LIMITE AUTORISÉE	CONFORMITÉ
POINT 6	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 48.5 \text{ dB(A)}$	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 45.0 \text{ dB(A)}$	60.0 dB(A)	Conforme
POINT 7	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 58.5 \text{ dB(A)}$	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 55.0 \text{ dB(A)}$	60.0 dB(A)	Conforme
POINT 8	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 58.5 \text{ dB(A)}$	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 59.0 \text{ dB(A)}$	60.0 dB(A)	Conforme
POINT 9	JOUR (07h00-22h00)	$L_{eq} = 59.0 \text{ dB(A)}$	70.0 dB(A)	Conforme
	NUIT (22h00-07h00)	$L_{eq} = 54.5 \text{ dB(A)}$	60.0 dB(A)	Conforme

Analyse des résultats en limite de propriété :

Les constats réalisés en limite de propriété permettent de conclure au respect des contraintes réglementaires applicables.

4.3 Contrôle de Tonalités Marquées

Aucune tonalité marquée au sens de l'Arrêté du 23 janvier 1997 n'a été constatée lors de nos interventions.

5 SYNTHÈSE

La société **ANTEA GROUPE** a confié à notre bureau d'étude **DELHOM ACOUSTIQUE** une mission de mesures d'impact sonore réglementaires pour le site de la société **MARCEGAGLIA** à Fos-sur-Mer (13).

Cette mission a été réalisée dans le cadre réglementaire de l'**Arrêté du 23 janvier 1997** relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement. Les mesures ont été réalisées conformément aux prescriptions de la norme **NF S 31-010** relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement. Les constats suivants ont été réalisés :

Tableau 5. *Synthèse des conformités de bruit ambiant en limite de propriété*

LIMITE DE PROPRIÉTÉ	BRUIT AMBIANT DIURNE	CONFORMITÉ DIURNE	BRUIT AMBIANT NOCTURNE	CONFORMITÉ NOCTURNE
POINT 1	$L_{eq} = 51.5 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 54.0 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 2	$L_{eq} = 52.0 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 50.0 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 3	$L_{eq} = 54.5 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 55.0 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 4	$L_{eq} = 53.0 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 50.5 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 5	$L_{eq} = 51.5 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 53.5 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 6	$L_{eq} = 48.5 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 45.0 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 7	$L_{eq} = 58.5 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 55.0 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 8	$L_{eq} = 58.5 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 59.0 \text{ dB(A)}$	Conforme
POINT 9	$L_{eq} = 59.0 \text{ dB(A)}$	Conforme	$L_{eq} = 54.5 \text{ dB(A)}$	Conforme

La contrainte de niveau sonore inférieur à 70 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne a été respectée aux 9 points de mesure contrôlés.

Aucun bruit à tonalité marquée n'a été constaté lors de nos interventions

6 ANNEXES

6.1 Annexe 1 : Définition

Niveau de pression acoustique : Vingt fois le logarithme décimal du rapport d'une pression acoustique à la pression acoustique de référence (20 µPa). Il s'exprime en décibels (dB). Il est noté L_p et est défini par :

$$L_p = 20 \cdot \log_{10}(p_a/p_0),$$

avec :

- p_a : pression acoustique efficace en Pascals
- p_0 : pression de référence (20 µPa) ;

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$: valeur du niveau acoustique pondéré A d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

avec :

- $L_{Aeq,T}$: niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t_1 et se termine à t_2 ;
- p_0 : pression de référence (20 µPa) ;
- $p_A^2(t)$: pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Bruit ambiant : Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées.

Bruit particulier : Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête : par exemple, le bruit généré au voisinage par l'activité étudiée.

Bruit résiduel (ou bruit de fond) : Bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier considéré et objet de la requête.

Émergence : Modification temporelle du niveau du bruit ambiant provoquée par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande de fréquences quelconque.

6.2 Annexe 2 : Paramètres Météorologiques

La norme **NF S 31-120** décrit l'incidence des conditions météorologiques sur la propagation du son entre un récepteur et une source de bruit. Trois catégories de conditions de propagation sonore différentes sont ainsi établies en fonction de conditions aérodynamiques (U_i) et thermiques (T_i) :

- Conditions favorables pour la propagation du son ;
- Conditions homogènes pour la propagation sonore ;
- Conditions défavorables pour la propagation du son.

Tableau 1. Définition des conditions aérodynamiques (U_i)

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu portant	Portant
Vent fort	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen	U2		U3	U4	
Vent faible	U3				

Tableau 2. Définition des conditions thermiques (T_i)

	Rayonnement	Humidité du sol	Vitesse du vent	Ti
Jour	Fort	Sec	Faible ou moyen	T1
	Faible ou moyen	Humide	Fort	T3
	Autres cas			T2
Période de lever ou coucher du soleil				T3
Nuit	Ciel dégagé	-	Faible	T5
	Autres cas			T4

Tableau 3. Incidence des conditions météorologiques

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	++	++
T5		+	+	++	

- Conditions Très défavorables pour la propagation sonore ;
 - Conditions Défavorables pour la propagation sonore ;
 Z Conditions Homogènes pour la propagation sonore ;
 + Condition Favorables pour la propagation sonore ;
 ++ Condition Très Favorables pour la propagation sonore

Les conditions météorologiques relevées lors des interventions sont les suivantes :

Tableau 6. Conditions météorologiques – 18/09/2024

PERIODE	Vent & Force	Rayonnement ou Couverture nuageuse	Sol
DIURNE	Vent fort (<18 km/h) Sud	Rayonnement Moyen	Humide
NOCTURNE	Vent faible (<4 km/h) Nord	Ciel nuageux	Humide

Tableau 7. Conditions météorologiques – 23/09/2025

PERIODE	Vent & Force	Rayonnement ou Couverture nuageuse	Sol
DIURNE	Vent fort (<18 km/h) Nord-Ouest	Rayonnement fort	Sec
NOCTURNE	Vent fort (<18 km/h) Nord-Ouest	Ciel dégagé	Sec

Les incidences des conditions météorologiques sur la propagation du bruit généré dans l'environnement par les installations du site sont indiquées ci-dessous.

Tableau 8. Incidence des conditions météorologiques – 18 /09/2024

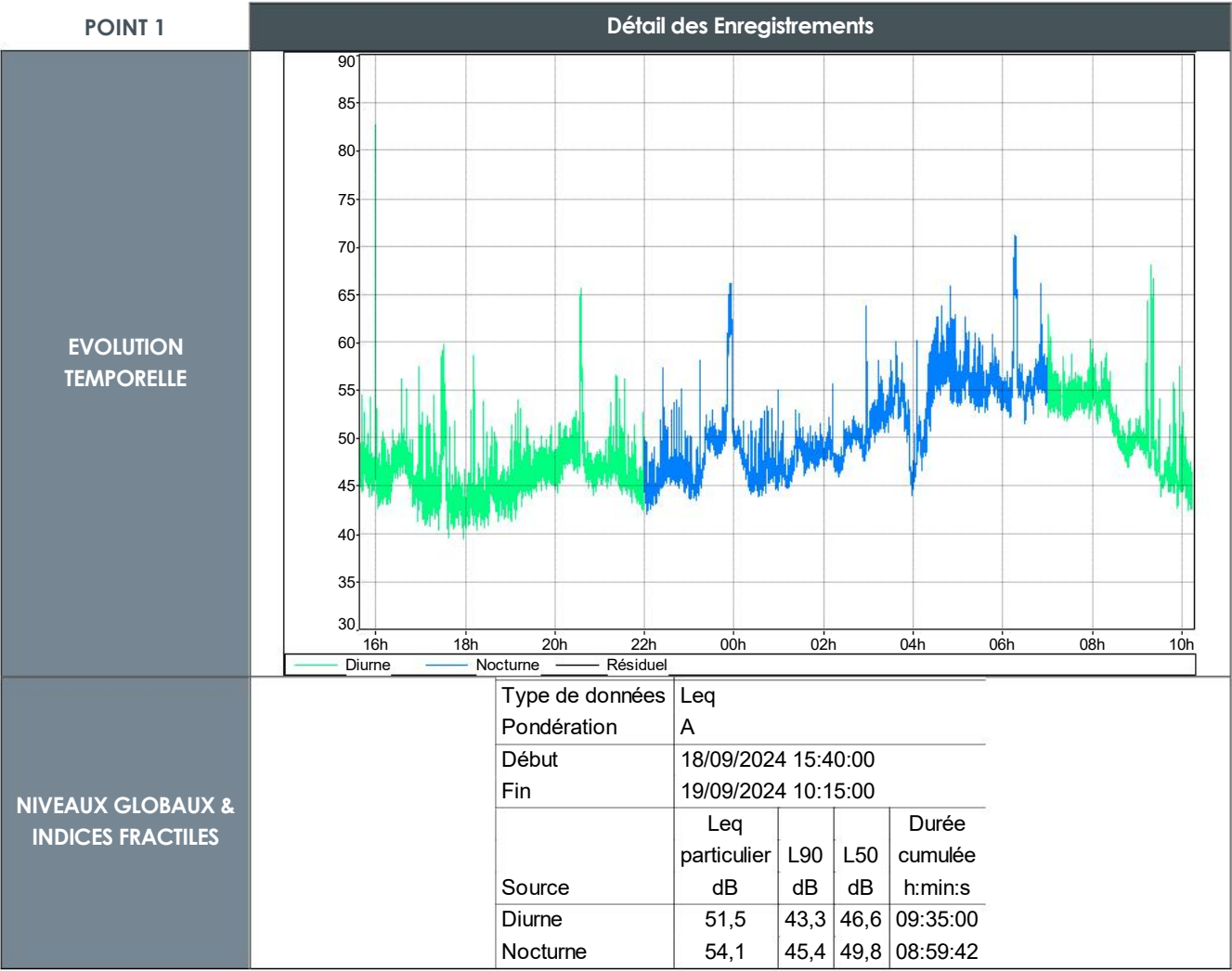
Point de mesure	Incidence DIURNE	Incidence NOCTURNE
POINT 1	U5/T3 - Favorable	U3/T4 - Favorable
POINT 2	U5/T3 - Favorable	U3/T4 - Favorable
POINT 3	U1/T3 - Défavorable	U3/T4 - Favorable
POINT 4	U3/T3 - Homogène	U3/T4 - Favorable
POINT 5	U3/T3 - Homogène	U3/T4 - Favorable
POINT 6	U5/T3 - Favorable	U3/T4 - Favorable

Tableau 9. Incidence des conditions météorologiques – 23/09/2025

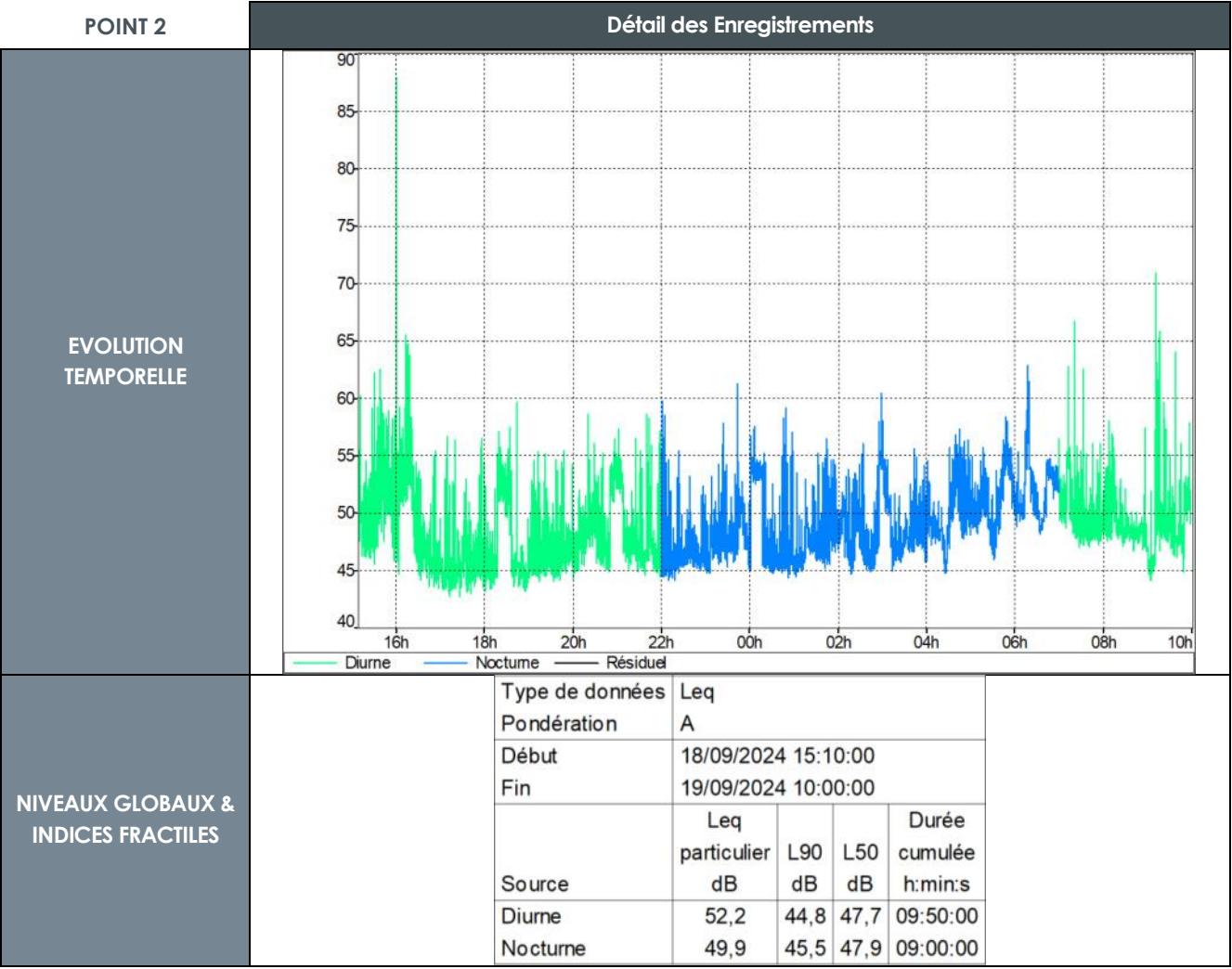
Point de mesure	Incidence DIURNE	Incidence NOCTURNE
POINT 7	U5/T2 - Favorable	U5/T4 - Très favorable
POINT 8	U5/T2 - Favorable	U5/T4 - Très favorable
POINT 9	U4/T2 - Homogène	U3/T4 - Favorable

6.3 Annexe 3 : Détail des mesurages

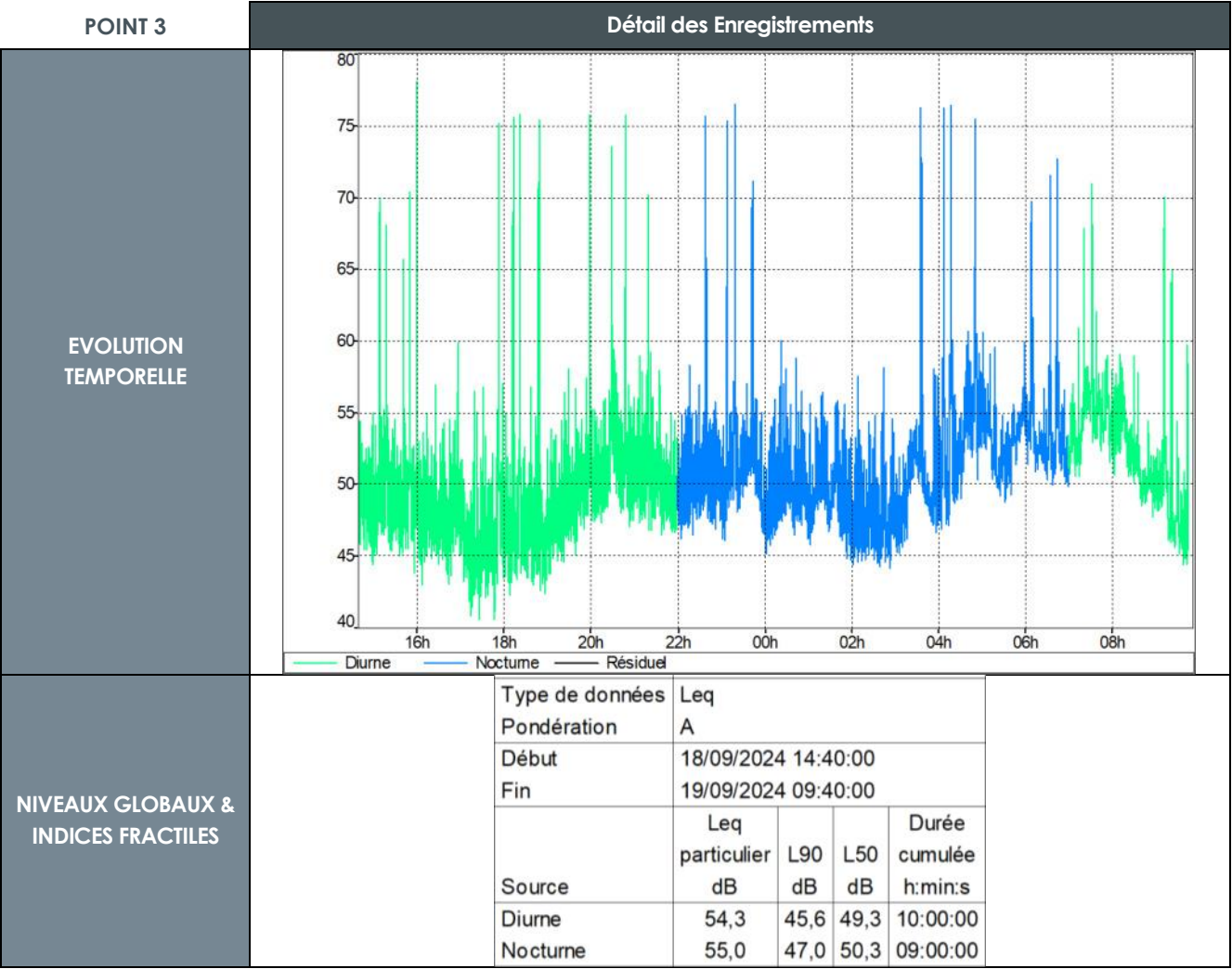
6.3.1 Point 1



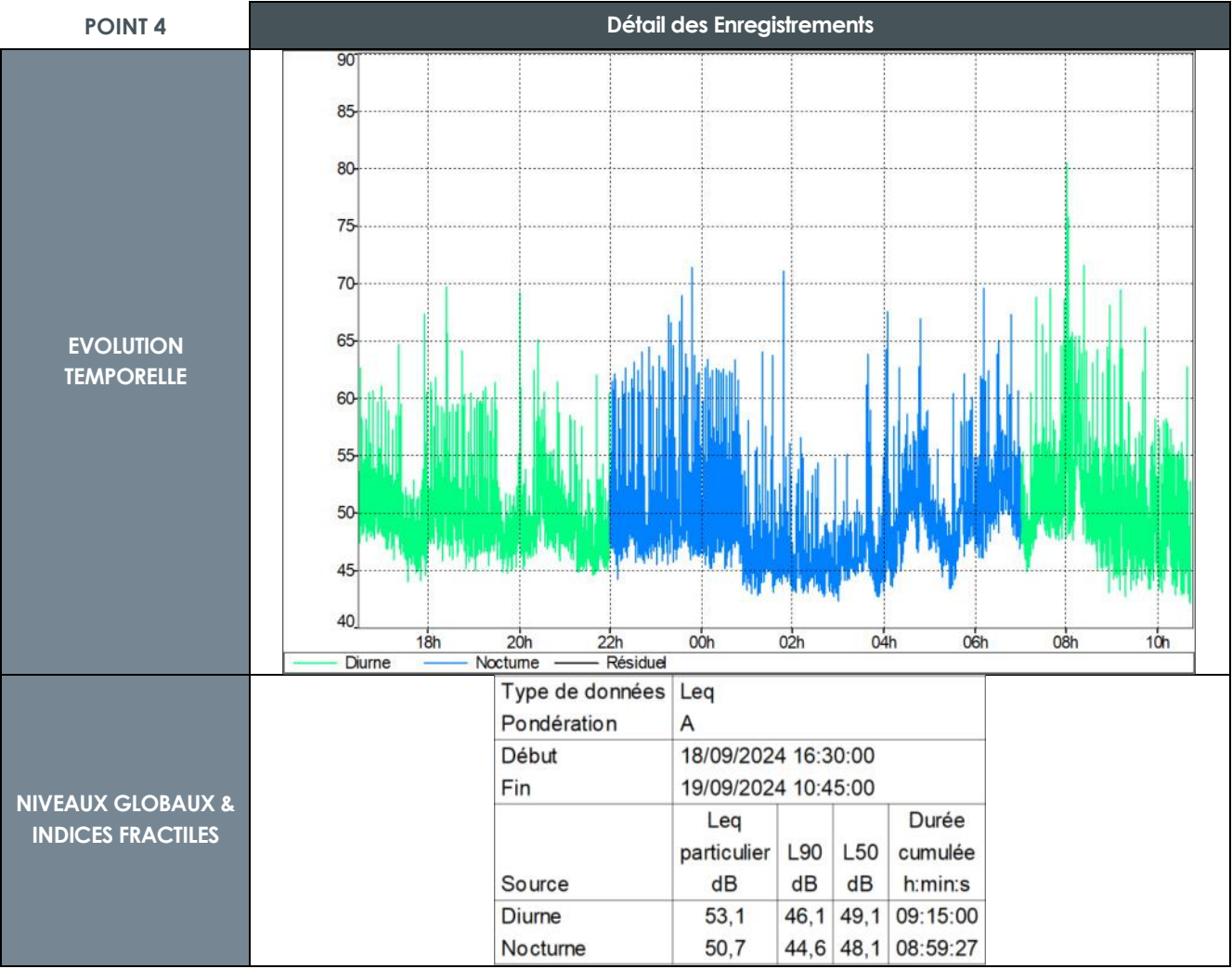
6.3.2 Point 2



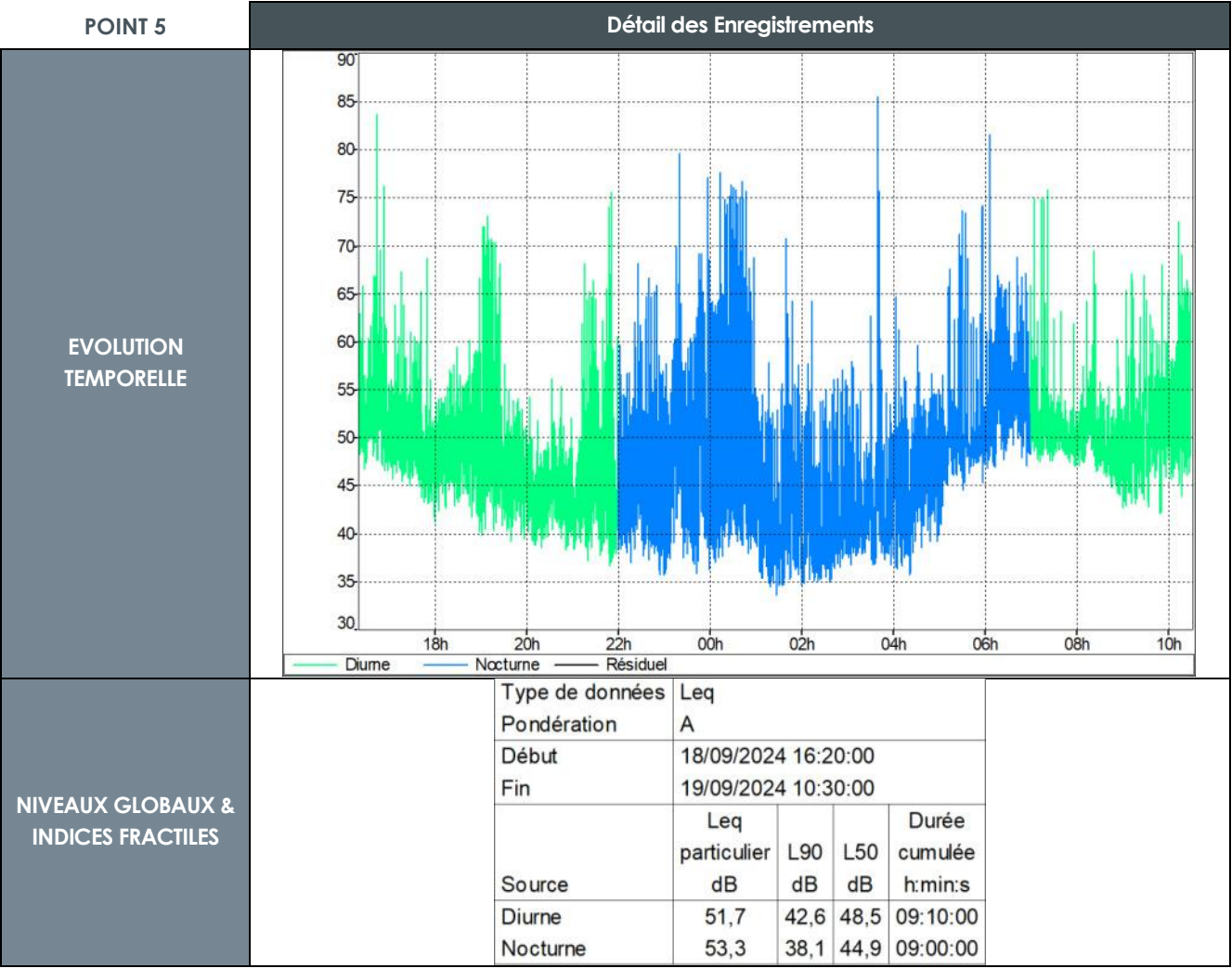
6.3.3 Point 3



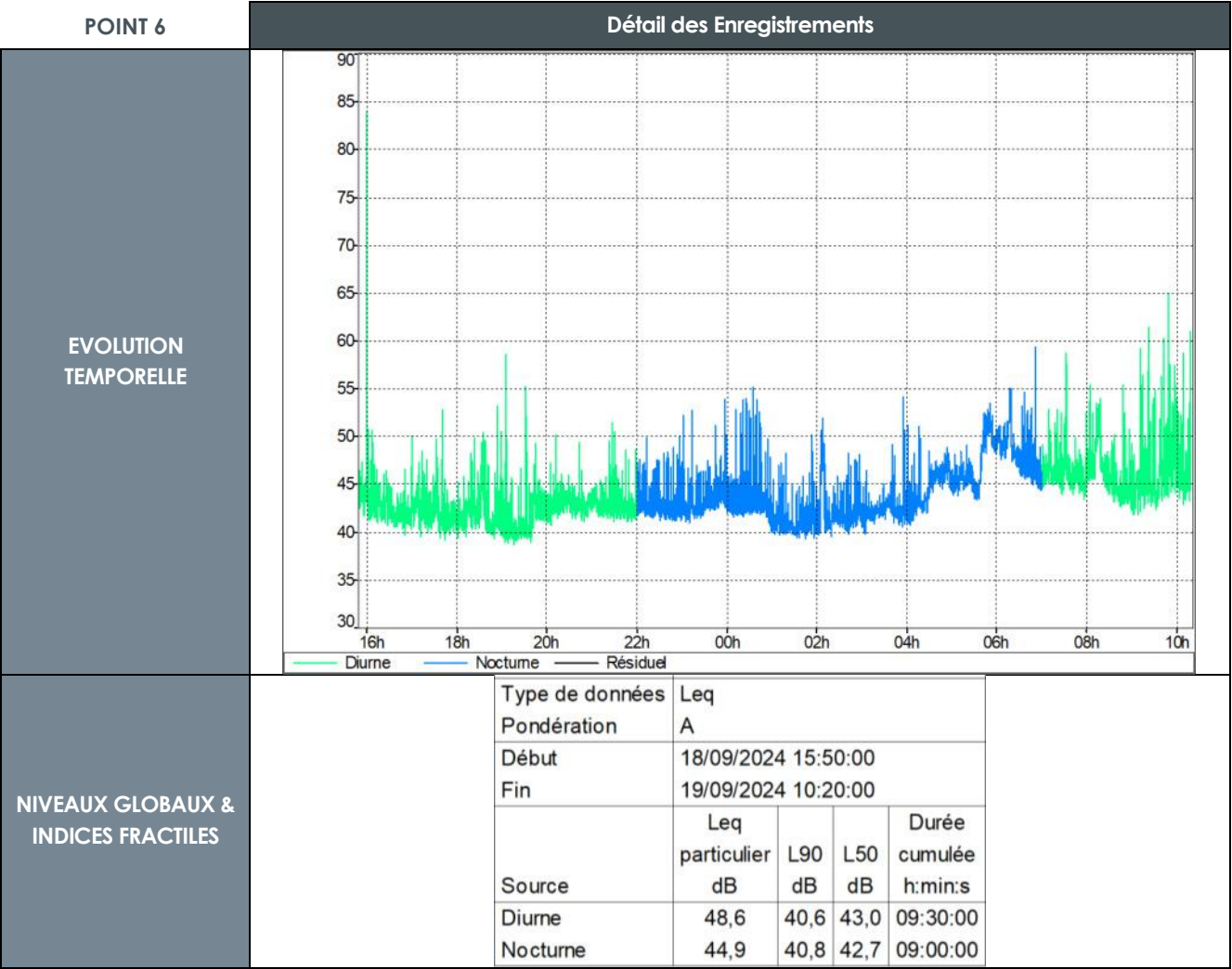
6.3.4 Point 4



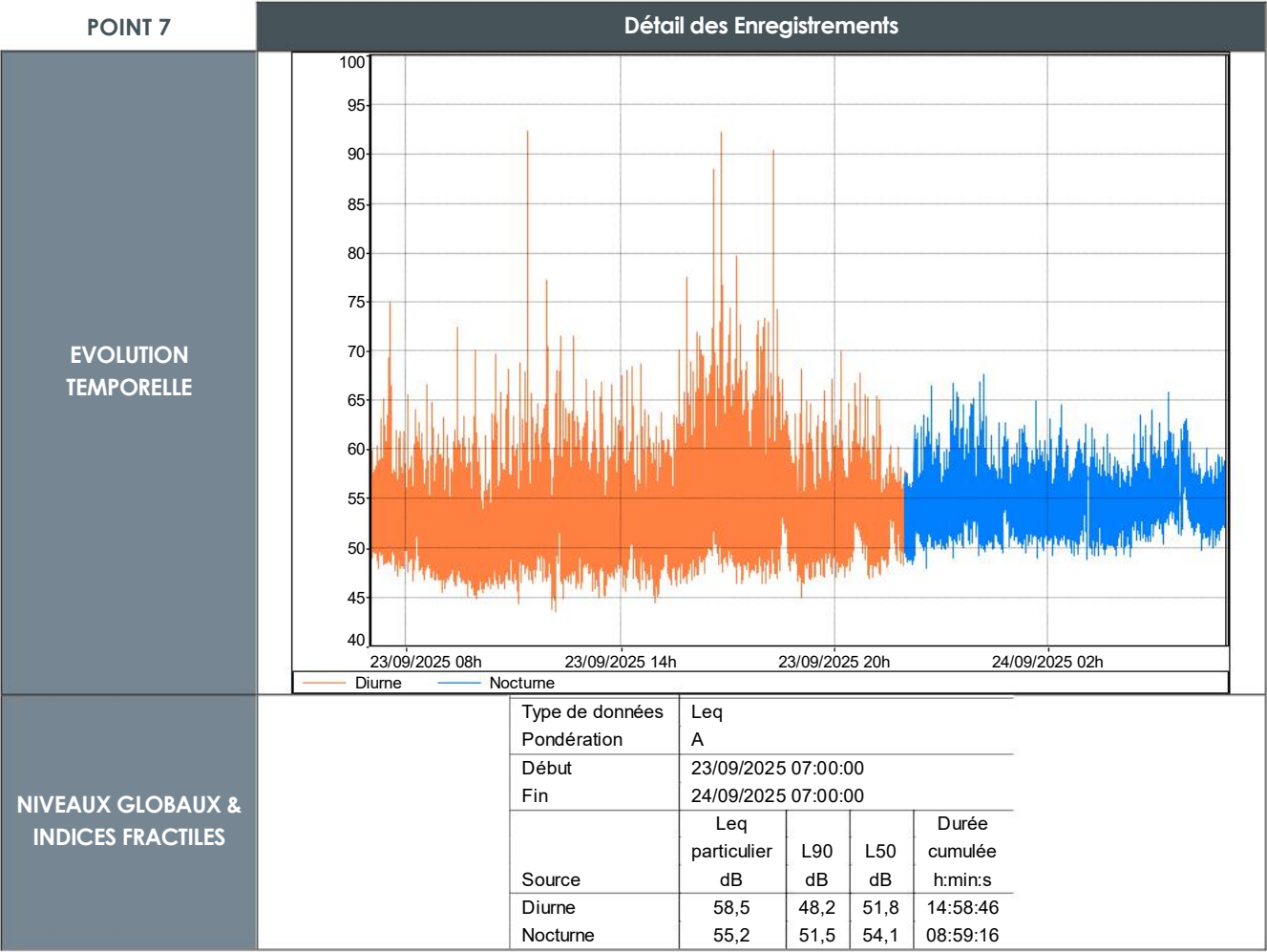
6.3.5 Point 5



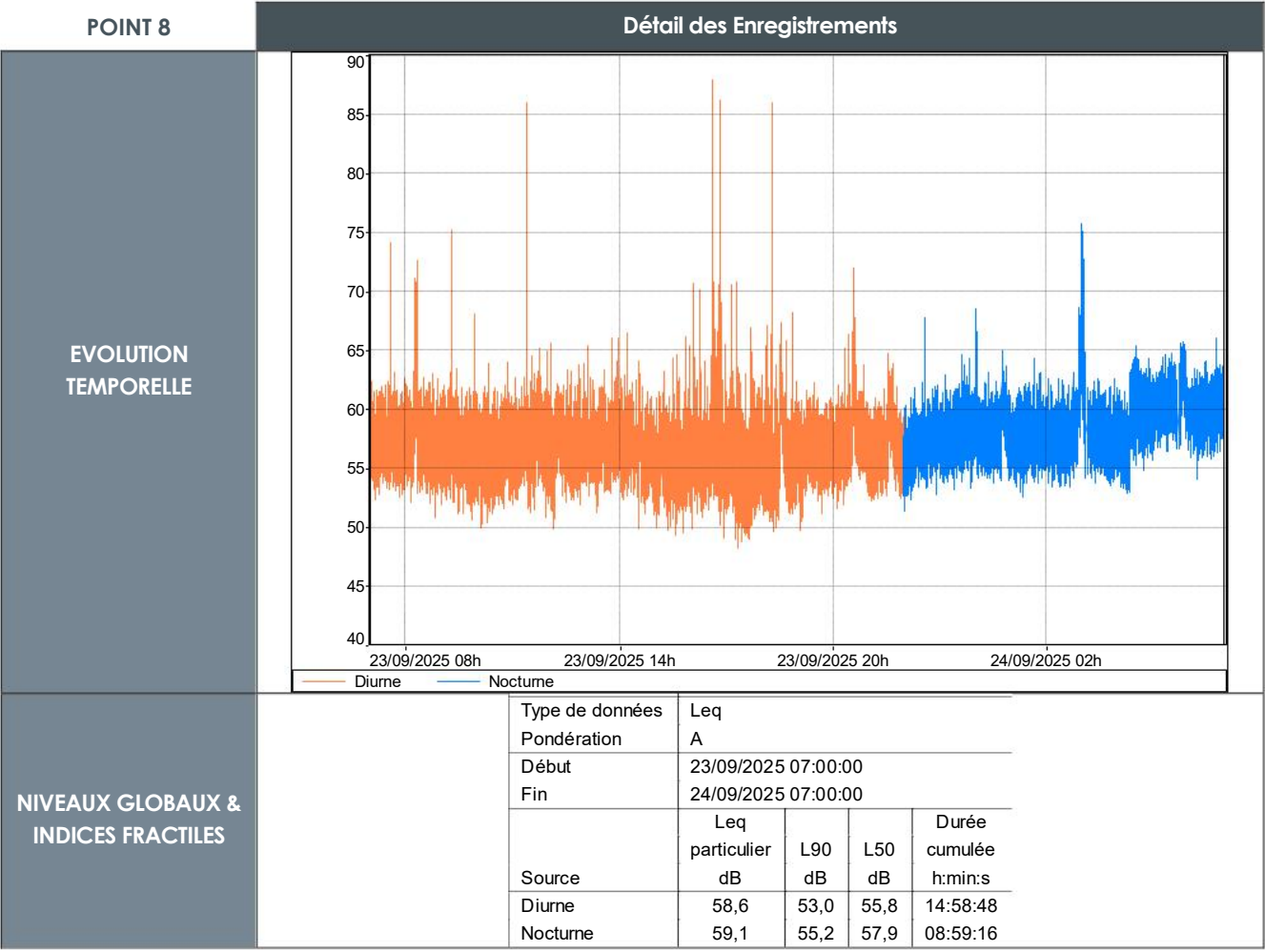
6.3.6 Point 6



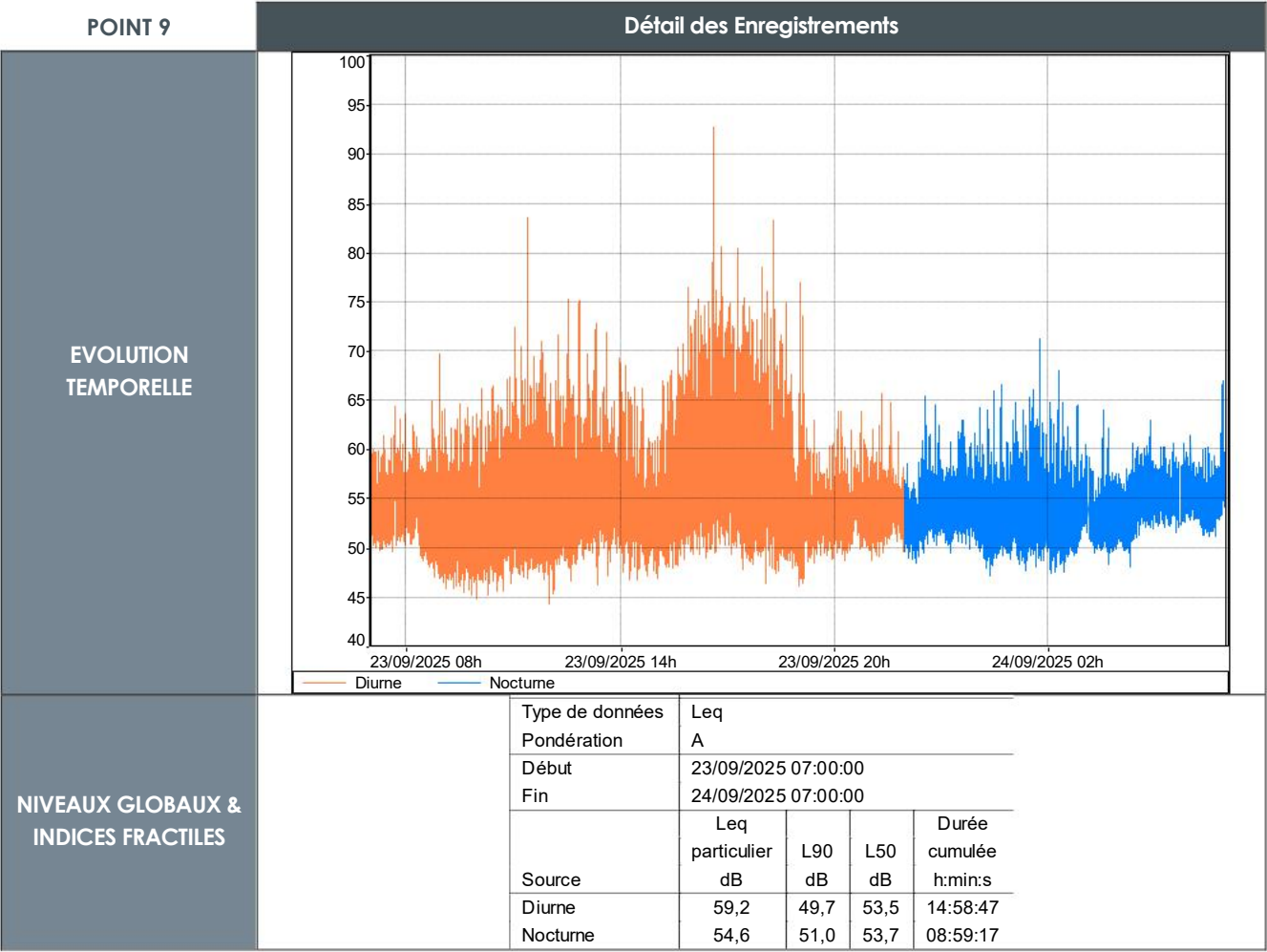
6.3.7 Point 7



6.3.8 Point 8



6.3.9 Point 9





Bureau d'études en acoustique depuis 1995

www.acoustique-delhom.com

France | Vietnam | Chine | Émirats

SAS au capital de 120 000 €

Annexe 3 : Surveillance des eaux souterraines

Annexe VIII – Suivi des eaux souterraines (2021-2025)

Pour valeurs inférieures aux Limites de Quantification, les valeurs mentionnées dans le tableau sont : Limite de Quantification/2

PZ1

Paramètres	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1
Aluminium (µg/l)	0,5	2,3	11,1	2,8	25	46	15
Arsenic (µg/l)	0,05	0,04	0,09	0,11	0,5	5	1,5
Baryum (µg/l)	70	75	100	120	110	100	100
Calcium (mg/l)	470	510	620	620	640	640	600
Chlorures (mg/l)	1900	1800	2300	2300	2400	2300	2200
Chrome (µg/l)	0,025	0,025	0,22	0,23	0,5	2,5	2,5
Cuivre (µg/l)	0,3	0,2	0,05	0,6	0,5	5	2,5
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,01	0,05
Fer (mg/l)	0,49	0,001	1,3	6,3	5,7	0,76	4
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,99	0,025	0,07
Indice phénol (mg/l)	0,025	0,025	0,025	0,01	0,005	0,01	0,05
Manganèse (µg/l)	750	390	1000	810	1400	950	1600
Mercure (µg/l)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05
Nickel (µg/l)	1,4	1,2	2	2,1	2,5	5	5
Phosphore (µg/l)	0,005	0,005	0,005	5	50	15	
Plomb (µg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5
Potassium (mg/l)	34	38	40	42	39	42	40
Sélénium (µg/l)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	7,5	5
Silicium (mg/l)	0,03	0,005	0,01	0,09	0,07	0,058	0,0075
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,025	0,025	0,025	0,045			
Somme des CAV (µg/l)	0,5		0,5	0,5			
Somme des HAP (µg/l)	0,02	0,05	0,22	0,18		0,02	
Soufre (µg/l)	290	480	330	420	1900	370	120
Sulfures (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02
Tellurium (mg/l)	0,00012	0,00006	0,00013	0,00017	0,0025	0,0025	0,005
Thallium (µg/l)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,1	1	25
Zinc (µg/l)	5,8	4	0,45	1,9	5	7,5	25

PZ3

Paramètres	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1
Aluminium (µg/l)	0,5	807,2	9,9	1,5	670	1100	1300
Arsenic (µg/l)	1,9	1,7	2,5	2,2	1,8	5	3
Baryum (µg/l)	50	94	91	65	91	96	110
Calcium (mg/l)	40	100	78	59	94	100	92
Chlorures (mg/l)	310	48	340	310	87	58	67
Chrome (µg/l)	270	780	790	700	900	910	780
Cuivre (µg/l)	2,6	2,8	2,4	2,1	2,3	5	7
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,01	0,05
Fer (mg/l)	0,0038	0,0001	0,00005	0,0015	0,025	0,22	0,52
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,09
Indice phénol (mg/l)	0,025	0,025	0,025	0,005	0,005	0,005	0,05
Manganèse (µg/l)	0,025	0,06	0,025	0,025	2,5	14	58
Mercure (µg/l)	0,02	0,02	0,01	0,02	0,05	0,0125	0,4
Nickel (µg/l)	0,9	0,1	0,1	0,4	0,5	5	5
Phosphore (µg/l)	0,005	0,005	0,005	5	50	15	
Plomb (µg/l)	0,05	0,7	0,05	0,05	0,15	5	16
Potassium (mg/l)	25	12	24	22	16	15	16
Sélénium (µg/l)	4,9	6,8	7,4	6,4	5,9	7,5	5
Silicium (mg/l)	2,4	6,6	2,7	1,8	5,4	6	5,4
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,025	0,025	0,025	0,045			
Somme des BTEX (µg/l)				0,5			
Somme des CAV (µg/l)	0,5	0,5	0,5				
Somme des HAP (µg/l)	0,305	0,095	0,105	0,04		0,02	
Soufre (µg/l)	41000	10000	37000	29000	16000	18000	19500
Sulfures (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02
Tellurium (mg/l)	0,005	0,00002	0,00002	0,000005	0,0025	0,0025	0,005
Thallium (µg/l)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,1	1	25
Zinc (µg/l)	1	0,45	0,45	0,45	5	30	120

PZ10

Paramètres	2022 S1	2022 S2	2023 S2
Aluminium (µg/l)	6,1	11,8	1,5
Arsenic (µg/l)	2,4	1,5	2,2
Baryum (µg/l)	53	54	65
Calcium (mg/l)	120	99	59
Chlorures (mg/l)	75	74	310
Chrome (µg/l)	0,36	0,78	700
Cuivre (µg/l)	0,3	1	2,1
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,01	0,01
Fer (mg/l)	0,12	0,22	0,0015
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,05	0,05
Indice phénol (mg/l)	0,025	0,06	0,005
Manganèse (µg/l)	840	610	0,025
Mercure (µg/l)	0,005	0,005	0,02
Nickel (µg/l)	4	1,9	0,4
Phosphore (µg/l)	0,93	6,4	5
Plomb (µg/l)	1,3	0,05	0,05
Potassium (mg/l)	17	23	22
Sélénium (µg/l)	0,25	0,25	6,4
Silicium (mg/l)	6,4	6,4	1,8
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,025	0,025	0,045
Somme des CAV (µg/l)	0,5	0,5	0,5
Somme des HAP (µg/l)	0,045	0,04	0,04
Soufre (µg/l)	14000	5200	29000
Sulfures (mg/l)	0,05	0,15	0,05
Tellurium (mg/l)	0,00005	0,00006	0,00001
Thallium (µg/l)	0,005	0,005	0,005
Zinc (µg/l)	3,1	8,1	0,45

PZ13

Paramètres	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1
Aluminium (µg/l)	2,5	25	86	48
Arsenic (µg/l)	1,6	2,2	5	7
Baryum (µg/l)	11	43	29	31
Calcium (mg/l)	35	73	37	53
Chlorures (mg/l)	61	1600	73	1200
Chrome (µg/l)	0,17	0,5	2,5	2,5
Cuivre (µg/l)	0,3	0,5	5	2,5
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,005	0,01	0,05
Fer (mg/l)	0,0024	0,025	1,1	1,6
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,025	0,025	0,025
Indice phénol (mg/l)	0,005	0,005	0,005	0,05
Manganèse (µg/l)	0,09	150	650	270
Mercure (µg/l)	0,005	0,05	0,0125	0,05
Nickel (µg/l)	0,4	1,1	5	5
Phosphore (µg/l)	60	50	380	
Plomb (µg/l)	0,05	0,15	20	24
Potassium (mg/l)	39	60	41	51
Sélénium (µg/l)	0,25	0,5	7,5	5
Silicium (mg/l)	5,8	4,5	5,2	4,7
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,045			
Somme des BTEX (µg/l)	0,5			
Somme des HAP (µg/l)	0,045		0,12	
Soufre (µg/l)	60000	410000	71000	191000
Sulfures (mg/l)	0,05	0,02	0,02	0,02
Tellurium (mg/l)	0,00005	0,0025	0,0025	0,005
Thallium (µg/l)	0,005	0,1	1	25
Zinc (µg/l)	0,45	5	7,5	25

PZ14

Paramètres	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1
Aluminium (µg/l)	4,4	2,9	8,7	15,5	25	60	32
Arsenic (µg/l)	2,2	1,8	2,5	1,2	1,2	22	23
Baryum (µg/l)	65	63	74	80	73	79	74
Calcium (mg/l)	270	-	240	200	190	280	260
Chlorures (mg/l)	6900	6600	9600	9200	13000	11000	11000
Chrome (µg/l)	0,08	0,06	0,06	0,25	0,5	2,5	2,5
Cuivre (µg/l)	1,5	0,6	0,4	0,5	2,3	13	2,5
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,025	0,05
Fer (mg/l)	0,0096	0,012	0,011	0,005	0,025	9,4	13
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,1
Indice phénol (mg/l)	0,025	0,025	0,025	0,005	0,005	0,005	0,005
Manganèse (µg/l)	1100	540	1400	800	820	590	1200
Mercure (µg/l)	0,05	0,01	0,05	0,005	0,05	0,053	0,05
Nickel (µg/l)	9,5	6,2	6,3	5,2	5,2	5	5
Phosphore (µg/l)	0,005	0,05	0,005	5	50	93	
Plomb (µg/l)	0,5	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5
Potassium (mg/l)	350	400	340	310	290	330	320
Sélénium (µg/l)	1,7	2	1,3	2,5	0,5	7,5	5
Silicium (mg/l)	7,6	7,1	0,01	5	4,5	5	4,8
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,025	0,025	0,025	0,05	-	-	-
Somme des BTEX (µg/l)	-	-	-	5	-	-	-
Somme des HAP (µg/l)	0,05	-	-	0,05	-	-	-
Soufre (µg/l)	590000	590000	650000	600000	810000	850000	898000
Sulfures (mg/l)	0,05	0,05	0,43	0,05	0,02	0,02	0,02
Tellurium (mg/l)	0,00027	0,00015	0,00048	0,000005	0,0025	0,0025	0,005
Thallium (µg/l)	0,05	0,005	0,05	0,05	0,1	1	25
Zinc (µg/l)	23	2,7	0,45	4,5	5	7,5	25

PZA

Paramètres	2023 S1	2023 S2
Aluminium (µg/l)	12,5	3,1
Arsenic (µg/l)	0,72	0,39
Baryum (µg/l)	71	36
Calcium (mg/l)	180	160
Chlorures (mg/l)	170	80
Chrome (µg/l)	0,025	0,15
Cuivre (µg/l)	0,4	0,2
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,01
Fer (mg/l)	0,0065	0,0072
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,05
Indice phénol (mg/l)	0,025	0,06
Manganèse (µg/l)	530	480
Mercure (µg/l)	0,005	0,005
Nickel (µg/l)	7,5	7,5
Phosphore (µg/l)	0,005	5
Plomb (µg/l)	0,05	0,05
Potassium (mg/l)	17	27
Sélénium (µg/l)	0,25	0,25
Silicium (µg/l)	6,4	6,6
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,025	0,045
Somme des CAV (µg/l)		5
Somme des HAP (µg/l)	0,04	0,045
Soufre (µg/l)	150000	77000
Sulfures (mg/l)	0,05	0,05
Tellurium (µg/l)	0,005	0,00006

PZB

Paramètres	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1
Aluminium (µg/l)	2,3	2,4	8,8	2,9	25	370	450
Arsenic (µg/l)	0,44	0,54	0,42	0,43	0,5	5	1,5
Baryum (µg/l)	34	68	41	81	43	58	33
Calcium (mg/l)	130	200	140	220	150	160	97
Chlorures (mg/l)	220	650	200	780	400	430	180
Chrome (µg/l)	0,07	0,12	0,07	0,07	0,5	2,5	2,5
Cuivre (µg/l)	0,4	0,8	0,3	0,3	0,5	5	2,5
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,025	0,05
Fer (mg/l)	0,0005	0,0005	0,0018	0,0017	0,025	0,87	1,2
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,18
Indice phénol (mg/l)	0,025	0,025	0,025	0,005	0,005	0,025	0,05
Manganèse (µg/l)	0,07	85	0,025	0,07	22	850	590
Mercure (µg/l)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05
Nickel (µg/l)	2,8	5,8	2,2	4,2	2,1	5	5
Phosphore (µg/l)	0,005	0,005	0,005	5	50	110	
Plomb (µg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5
Potassium (mg/l)	23	33	24	36	24	26	18
Sélénium (µg/l)	0,6	0,25	0,9	0,25	0,5	7,5	5
Silicium (mg/l)	5,2	4,5	5,1	5,4	5,6	6,4	5,3
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,025	0,025	0,025	0,045			
Somme des CAV (µg/l)	0,5	0,5	0,5	0,5			
Somme des HAP (µg/l)	0,05	0,045		0,045			
Soufre (µg/l)	41000	15000	37000	6100	30000	20000	24600
Sulfures (mg/l)	0,11	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02
Tellurium (mg/l)	0,00002	0,00002	0,000005	0,00004	0,0025	0,0025	0,005
Thallium (µg/l)	0,01	0,03	0,005	0,02	0,1	1	25
Zinc (µg/l)	0,45	13	0,45	0,45	5	7,5	25

PZC

Paramètres	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1
Aluminium (µg/l)	16	4,3	9	3,4	25	2900	660
Arsenic (µg/l)	2,9	0,99	1,3	2,1	2,4	74	67
Baryum (µg/l)	31	29	34	23	32	57	39
Calcium (mg/l)	95	65	110	94	120	130	100
Chlorures (mg/l)	98	39	200	97	190	90	150
Chrome (µg/l)	0,14	0,12	0,08	0,16	3	57	27
Cuivre (µg/l)	0,05	0,1	0,05	0,2	0,5	5	19
Cyanures totaux (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,05	0,05
Fer (mg/l)	0,0044	0,0037	0,2	0,0085	0,025	13	9,8
Indice hydrocarbure C10-C40 (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,05
Indice phénol (mg/l)	0,025	0,025	0,025	0,02	0,005	0,025	0,05
Manganèse (µg/l)	620	230	940	240	1000	970	1100
Mercure (µg/l)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05
Nickel (µg/l)	2	4,3	3	1,5	2,5	11	18
Phosphore (µg/l)	0,005	0,005	0,005	5	50	850	
Plomb (µg/l)	0,1	0,05	0,05	0,05	0,15	16	19
Potassium (mg/l)	12	9,5	9,8	16	10	21	11
Sélénium (µg/l)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	7,5	5
Silicium (mg/l)	8,8	4,1	6,6	8,5	7,4	30	8,1
Somme des 7 PCB (µg/l)	0,025	0,025	0,025	0,045			
Somme des CAV (µg/l)	0,5	0,5		0,5			
Somme des HAP (µg/l)	0,04	0,045		0,045			
Soufre (µg/l)	37000	7500	33000	2600	30000	1400	8810
Sulfures (mg/l)	0,05	0,05	0,35	0,05	0,02	0,02	0,02
Tellurium (mg/l)	0,00002	0,000005	0,00002	0,0001	0,0025	0,0025	0,005
Thallium (µg/l)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,1	1	25
Zinc (µg/l)	5,2	3,1	0,45	1,3	5	36	70

PZD

Absence de données

Annexe VIII – Résultats d'analyses des eaux souterraines (2021-2025)

Pour valeurs inférieures aux Limites de Quantification (LQ), les valeurs mentionnées dans le tableau sont : Limite de Quantification/2

Légende :

(1) Valeur seuil applicable uniquement aux aquifères non influencés pour ce paramètre par le contexte géologique-à définir localement pour les nappes dont le contexte géologique influence ce paramètre ou pour les nappes sous influence marine.

(2) Cf. : Annexe II de l'arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines

(<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000020040637>)

(3) : Cf. Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique

(<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000465574/>)

LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
I.-Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine	II. – Références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine	Limites de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, fixées pour l'application des dispositions prévues aux articles R. 1321-7 (II), R. 1321-17 et R. 1321-38 à R. 1321-42

En rouge : les paramètres dont la teneur est supérieure aux valeurs de référence.

PZ1

PZ1										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	0,5	2,3	11,1	2,8	25	46	15	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	0,05	0,04	0,09	0,11	0,5	5	1,5	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	70	75	100	120	110	100	100	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	1900	1800	2300	2300	2400	2300	2200	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	0,025	0,025	0,22	0,23	0,5	2,5	2,5	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	5100	5200	6400	7100	5610	5250	4960	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	0,3	0,2	0,05	0,6	0,5	5	2,5	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,01	0,05	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	300	µg/l
Fer	mg/l	0,49	0,001	1,3	6,3	5,7	0,76	4	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	750	390	1000	810	1400	950	1 600	50	µg/l
Mercure	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	µg/l
Nickel	µg/l	1,4	1,2	2	2,1	2,5	5	5	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	7,5	5	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Zinc	µg/l	5,8	4	0,45	1,9	5	7,5	25	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04		
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01		
Naphtalène	µg/l	0,045	0,04	0,035	0,045	0,015	0,02	0,05		
Fluoranthène	µg/l	0,02	0,02	0,05	0,06	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 6 HAP	µg/l	0,105	0,1	0,125	0,145	0,09	0,07	0,1		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/ l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
m-, p-Xylène	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5		

PZ1											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,99	0,025	0,07	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04			
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01			
Naphtalène	µg/l	0,045	0,04	0,035	0,045	0,015	0,02	0,05			
Fluoranthène	µg/l	0,02	0,02	0,05	0,06	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 6 HAP	µg/l	0,105	0,1	0,125	0,145	0,09	0,07	0,1			
Conductivité	µS/cm	5100	5200	6400	7100	5610	5250	4960	-	1100	-
Somme des HAP	µg/l	0,02	0,05	0,22	0,18	-	0,02	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	-	-
Benzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,01	0,05	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		-	-
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		-	-
Chlorures	mg/l	1900	1800	2300	2300	2400	2300	2200	-	250	200
Aluminium	µg/l	0,5	2,3	11,1	2,8	25	46	15	-	200	-
Arsenic	µg/l	0,05	0,04	0,09	0,11	0,5	5	1,5	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	70	75	100	120	110	100	100	-	700	-
Chrome	µg/l	0,025	0,025	0,22	0,23	0,5	2,5	2,5	50	-	50
Cuivre	µg/l	0,3	0,2	0,05	0,6	0,5	5	2,5	2000	1000	-
Fer	mg/l	0,49	0,001	1,3	6,3	5,7	0,76	4	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	750	390	1000	810	1400	950	1 600	-	50	-
Mercure	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	-	1
Nickel	µg/l	1,4	1,2	2	2,1	2,5	5	5	20	-	20
Plomb	µg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5	10	-	50
Sélénium	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	7,5	5	20	-	20

PZ3

PZ3										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	0,5	807,2	9,9	1,5	670	1100	1 300	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	1,9	1,7	2,5	2,2	1,8	5	3	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	50	94	91	65	91	96	110	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	310	48	340	310	87	58	67	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	270	780	790	700	900	910	780	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	-	1000	1700	1500	1080	1040	1110	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	2,6	2,8	2,4	2,1	2,3	5	7	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,01	0,05	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	300	µg/l
Fer	mg/l	0,0038	0,0001	0,00005	0,0015	0,025	0,22	0,52	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	0,025	0,06	0,025	0,025	2,5	14	58	50	µg/l
Mercure	µg/l	0,02	0,02	0,01	0,02	0,05	0,0125	0,4	1	µg/l
Nickel	µg/l	0,9	0,1	0,1	0,4	0,5	5	5	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	0,05	0,7	0,05	0,05	0,15	5	16	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	4,9	6,8	7,4	6,4	5,9	7,5	5	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Zinc	µg/l	1	0,45	0,45	0,45	5	30	120	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
Somme 4 HAP	µg/l	0,24	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04		
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
Naphtalène	µg/l	0,305	0,095	0,105	0,045	0,01	0,01	0,01		
Fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
Somme 6 HAP	µg/l	0,605	0,195	0,205	0,095	0,06	0,06	0,06		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/ l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
m-, p-Xylène	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5		

PZ3											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,09	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Somme 4 HAP	µg/l	0,24	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	-	-	1
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Naphtalène	µg/l	0,305	0,095	0,105	0,045	0,01	0,01	0,01			
Fluoranthène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
Somme 6 HAP	µg/l	0,605	0,195	0,205	0,095	0,06	0,06	0,06	-	1100	-
Conductivité	µS/cm	-	1000	1700	1500	1080	1040	1110	-	-	-
Somme des HAP	µg/l	0,305	0,095	0,105	0,04	-	0,02	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	-	-
Benzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,01	0,05	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		-	-
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		-	-
Chlorures	mg/l	310	48	340	310	87	58	67	-	250	200
Aluminium	µg/l	0,5	807,2	9,9	1,5	670	1100	1 300	-	200	-
Arsenic	µg/l	1,9	1,7	2,5	2,2	1,8	5	3	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	50	94	91	65	91	96	110	-	700	-
Chrome	µg/l	270	780	790	700	900	910	780	50	-	50
Cuivre	µg/l	2,6	2,8	2,4	2,1	2,3	5	7	2000	1000	-
Fer	mg/l	0,0038	0,0001	0,00005	0,0015	0,025	0,22	0,52	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	0,025	0,06	0,025	0,025	2,5	14	58	-	50	-
Mercure	µg/l	0,02	0,02	0,01	0,02	0,05	0,0125	0,4	1	-	1
Nickel	µg/l	0,9	0,1	0,1	0,4	0,5	5	5	20	-	20
Plomb	µg/l	0,05	0,7	0,05	0,05	0,15	5	16	10	-	50
Sélénium	µg/l	4,9	6,8	7,4	6,4	5,9	7,5	5	20	-	20

PZ10

PZ10										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	0,025	0,025	-	0,25	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	6,1	11,8	-	1,5	-	-	-	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	2,4	1,5	-	2,2	-	-	-	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	53	54	-	65	-	-	-	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	75	74	-	310	-	-	-	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	0,36	0,78	-	700	-	-	-	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	940	1300	-	1500	-	-	-	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	0,3	1	-	2,1	-	-	-	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	300	µg/l
Fer	mg/l	0,12	0,22	-	0,0015	-	-	-	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	840	610	-	0,025	-	-	-	50	µg/l
Mercuré	µg/l	0,005	0,005	-	0,02	-	-	-	1	µg/l
Nickel	µg/l	4	1,9	-	0,4	-	-	-	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	1,3	0,05	-	0,05	-	-	-	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	0,25	0,25	-	6,4	-	-	-	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	10	µg/l
Zinc	µg/l	3,1	8,1	-	0,45	-	-	-	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-		
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0	0,04	0	0	0		
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-		
Naphtalène	µg/l	0,045	0,04	-	0,045	-	-	-		
Fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-		
Somme 6 HAP	µg/l	0,095	0,09	0	0,095	0	0	0		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	10	µg/ l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0		
m-, p-Xylène	µg/l	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-		
Somme	µg/l	0,75	0,75	0	0,75	0	0	0		

PZ10											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	0,05	0,05	-	0,05	-	-	-	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0	0,04	0	0	0	-	-	1
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Naphtalène	µg/l	0,045	0,04	-	0,045	-	-	-			
Fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-			
Somme 6 HAP	µg/l	0,095	0,09	0	0,095	0	0	0	-	1100	-
Conductivité	µS/cm	940	1300	-	1500	-	-	-			
Somme des HAP	µg/l	0,045	0,04	-	0,04	-	-	-			
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	0,5	-	-
Benzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-		-	-
Somme	µg/l	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0		-	-
Chlorures	mg/l	75	74	-	310	-	-	-	-	250	200
Aluminium	µg/l	6,1	11,8	-	1,5	-	-	-	-	200	-
Arsenic	µg/l	2,4	1,5	-	2,2	-	-	-	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	53	54	-	65	-	-	-	-	700	-
Chrome	µg/l	0,36	0,78	-	700	-	-	-	50	-	50
Cuivre	µg/l	0,3	1	-	2,1	-	-	-	2000	1000	-
Fer	mg/l	0,12	0,22	-	0,0015	-	-	-	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	840	610	-	0,025	-	-	-	-	50	-
Mercure	µg/l	0,005	0,005	-	0,02	-	-	-	1	-	1
Nickel	µg/l	4	1,9	-	0,4	-	-	-	20	-	20
Plomb	µg/l	1,3	0,05	-	0,05	-	-	-	10	-	50
Sélénium	µg/l	0,25	0,25	-	6,4	-	-	-	20	-	20

PZ13

PZ13										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	-	-	-	2,5	25	86	48	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	-	-	-	1,6	2,2	5	7	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	-	-	-	11	43	29	31	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	-	-	-	61	1600	73	1200	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	-	-	-	0,17	0,5	2,5	2,5	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	-	-	-	1300	6470	1130	4650	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	-	-	-	0,3	0,5	5	2,5	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	-	-	-	0,01	0,005	0,01	0,05	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	300	µg/l
Fer	mg/l	-	-	-	0,0024	0,025	1,1	1,6	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	-	-	-	0,09	150	650	270	50	µg/l
Mercure	µg/l	-	-	-	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	µg/l
Nickel	µg/l	-	-	-	0,4	1,1	5	5	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	-	-	-	0,05	0,15	20	24	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	-	-	-	0,25	0,5	7,5	5	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Zinc	µg/l	-	-	-	0,45	5	7,5	25	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 4 HAP	µg/l	0	0	0	0,04	0,06	0,04	0,04		
Benzo(a)anthracène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Naphtalène	µg/l	-	-	-	0,045	0,015	0,12	0,01		
Fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 6 HAP	µg/l	0	0	0	0,095	0,09	0,17	0,06		
Tétrachloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/ l
Trichloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5		
m-, p-Xylène	µg/l	-	-	-	0,5	0,25	0,25	0,25	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0	0	0	0,75	0,5	0,5	0,5		

PZ13											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	-	-	-	0,05	0,025	0,025	0,025	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 4 HAP	µg/l	0	0	0	0,04	0,06	0,04	0,04	-	-	1
Benzo(a)anthracène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Naphtalène	µg/l	-	-	-	0,045	0,015	0,12	0,01			
Fluoranthène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 6 HAP	µg/l	0	0	0	0,095	0,09	0,17	0,06	-	1100	-
Conductivité	µS/cm	-	-	-	1300	6470	1130	4650	-	-	-
Somme des HAP	µg/l	-	-	-	0,045	-	0,12	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	-	-
Benzène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	-	-	-	0,01	0,005	0,01	0,05	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	-	-	-	0,25	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25		-	-
Somme	µg/l	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5		-	-
Chlorures	mg/l	-	-	-	61	1600	73	1200	-	250	200
Aluminium	µg/l	-	-	-	2,5	25	86	48	-	200	-
Arsenic	µg/l	-	-	-	1,6	2,2	5	7	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	-	-	-	11	43	29	31	-	700	-
Chrome	µg/l	-	-	-	0,17	0,5	2,5	2,5	50	-	50
Cuivre	µg/l	-	-	-	0,3	0,5	5	2,5	2000	1000	-
Fer	mg/l	-	-	-	0,0024	0,025	1,1	1,6	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	-	-	-	0,09	150	650	270	-	50	-
Mercure	µg/l	-	-	-	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	-	1
Nickel	µg/l	-	-	-	0,4	1,1	5	5	20	-	20
Plomb	µg/l	-	-	-	0,05	0,15	20	24	10	-	50
Sélénium	µg/l	-	-	-	0,25	0,5	7,5	5	20	-	20

PZ14

PZ14										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	4,4	2,9	8,7	15,5	25	60	32	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	2,2	1,8	2,5	1,2	1,2	22	23	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	65	63	74	80	73	79	74	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	0,25	-	-	2,5	0,25	0,25	0,25	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	6900	6600	9600	9200	13000	11000	11000	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	0,08	0,06	0,06	0,25	0,5	2,5	2,5	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	20000	20000	27000	29000	29600	21300	19400	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	1,5	0,6	0,4	0,5	2,3	13	2,5	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,025	0,05	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	0,25	-	-	2,5	0,25	0,25	0,25	300	µg/l
Fer	mg/l	0,0096	0,012	0,011	0,005	0,025	9,4	13	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	1100	540	1400	800	820	590	1200	50	µg/l
Mercure	µg/l	0,05	0,01	0,05	0,005	0,05	0,053	0,05	1	µg/l
Nickel	µg/l	9,5	6,2	6,3	5,2	5,2	5	5	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	0,5	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	1,7	2	1,3	2,5	0,5	7,5	5	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	0,25	-	-	2,5	0,25	0,25	0,25	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Zinc	µg/l	23	2,7	0,45	4	5	7,5	25	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0	0	0,04	0,06	0,04	0,04		
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Naphtalène	µg/l	0,05	-	-	0,05	0,015	0,01	0,01		
Fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 6 HAP	µg/l	0,1	0	0	0,1	0,09	0,06	0,06	10	µg/ l
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25		
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	5	0,5	0,5	0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	5	0,5	0,5	0,5		
m-, p-Xylène	µg/l	0,5	-	-	5	0,25	0,25	0,25	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	0,25	-	-	2,5	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,75	0	0	7,5	0,5	0,5	0,5		

PZ14											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,1	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0	0	0,04	0,06	0,04	0,04	-	-	1
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Naphtalène	µg/l	0,05	-	-	0,05	0,015	0,01	0,01			
Fluoranthène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	-	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 6 HAP	µg/l	0,1	0	0	0,1	0,09	0,06	0,06	-	1100	-
Conductivité	µS/cm	20000	20000	27000	29000	29600	21300	19400	-	-	-
Somme des HAP	µg/l	0,05	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25	0,5	-	-
Benzène	µg/l	0,25	-	-	2,5	0,25	0,25	0,25	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,025	0,05	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	2,5	0,25	0,25	0,25		-	-
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	5	0,5	0,5	0,5		-	-
Chlorures	mg/l	6900	6600	9600	9200	13000	11000	11000	-	250	200
Aluminium	µg/l	4,4	2,9	8,7	15,5	25	60	32	-	200	-
Arsenic	µg/l	2,2	1,8	2,5	1,2	1,2	22	23	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	65	63	74	80	73	79	74	-	700	-
Chrome	µg/l	0,08	0,06	0,06	0,25	0,5	2,5	2,5	50	-	50
Cuivre	µg/l	1,5	0,6	0,4	0,5	2,3	13	2,5	2000	1000	-
Fer	mg/l	0,0096	0,012	0,011	0,005	0,025	9,4	13	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	1100	540	1400	800	820	590	1200	-	50	-
Mercure	µg/l	0,05	0,01	0,05	0,005	0,05	0,053	0,05	1	-	1
Nickel	µg/l	9,5	6,2	6,3	5,2	5,2	5	5	20	-	20
Plomb	µg/l	0,5	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5	10	-	50
Sélénium	µg/l	1,7	2	1,3	2,5	0,5	7,5	5	20	-	20

PZA

PZA										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	-	-	12,5	3,1	-	-	-	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	-	-	0,72	0,39	-	-	-	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	-	-	71	36	-	-	-	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	-	-	2,5	2,5	-	-	-	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	-	-	170	80	-	-	-	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	-	-	0,025	0,15	-	-	-	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	-	-	1800	1400	-	-	-	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	-	-	0,4	0,2	-	-	-	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	-	-	2,5	2,5	-	-	-	300	µg/l
Fer	mg/l	-	-	0,0065	0,0072	-	-	-	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	-	-	530	480	-	-	-	50	µg/l
Mercure	µg/l	-	-	0,005	0,005	-	-	-	1	µg/l
Nickel	µg/l	-	-	7,5	7,5	-	-	-	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	-	-	0,05	0,05	-	-	-	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	-	-	0,25	0,25	-	-	-	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	-	-	2,5	2,5	-	-	-	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	10	µg/l
Zinc	µg/l	-	-	1	9,8	-	-	-	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-		
Somme 4 HAP	µg/l	0	0	0,04	0,04	0	0	0		
Benzo(a)anthracène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-		
Naphtalène	µg/l	-	-	0,08	0,045	-	-	-		
Fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-		
Somme 6 HAP	µg/l	0	0	0,13	0,095	0	0	0		
Tétrachloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	10	µg/ l
Trichloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-		
Somme	µg/l	0	0	0,5	5	0	0	0		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-		
Somme	µg/l	0	0	0,5	5	0	0	0		
m-, p-Xylène	µg/l	-	-	0,5	5	-	-	-	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	-	-	-	2,5	-	-	-		
Somme	µg/l	0	0	0,5	7,5	0	0	0		

PZA											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-			
Somme 4 HAP	µg/l	0	0	0,04	0,04	0	0	0			
Benzo(a)anthracène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-			
Naphtalène	µg/l	-	-	0,08	0,045	-	-	-			
Fluoranthène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-			
Somme 6 HAP	µg/l	0	0	0,13	0,095	0	0	0			
Conductivité	µS/cm	-	-	1800	1400	-	-	-	-	1100	-
Somme des HAP	µg/l	-	-	0,04	0,045	-	-	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	0,5	-	-
Benzène	µg/l	-	-	2,5	2,5	-	-	-	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	-	-	0,01	0,01	-	-	-	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	-	-	0,25	2,5	-	-	-		-	-
Somme	µg/l	0	0	0,5	5	0	0	0		-	-
Chlorures	mg/l	-	-	170	80	-	-	-	-	250	200
Aluminium	µg/l	-	-	12,5	3,1	-	-	-	-	200	-
Arsenic	µg/l	-	-	0,72	0,39	-	-	-	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	-	-	71	36	-	-	-	-	700	-
Chrome	µg/l	-	-	0,025	0,15	-	-	-	50	-	50
Cuivre	µg/l	-	-	0,4	0,2	-	-	-	2000	1000	-
Fer	mg/l	-	-	0,0065	0,0072	-	-	-	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	-	-	530	480	-	-	-	-	50	-
Mercure	µg/l	-	-	0,005	0,005	-	-	-	1	-	1
Nickel	µg/l	-	-	7,5	7,5	-	-	-	20	-	20
Plomb	µg/l	-	-	0,05	0,05	-	-	-	10	-	50
Sélénium	µg/l	-	-	0,25	0,25	-	-	-	20	-	20

PZB

PZB										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	2,3	2,4	8,8	2,9	25	370	450	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	0,44	0,54	0,42	0,43	0,5	5	1,5	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	34	68	41	81	43	58	33	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	220	650	200	780	400	430	180	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	0,07	0,12	0,07	0,07	0,5	2,5	2,5	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	1300	2300	1600	2900	1520	1660	1010	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	0,4	0,8	0,3	0,3	0,5	5	2,5	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,025	0,05	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	300	µg/l
Fer	mg/l	0,0005	0,0005	0,0018	0,0017	0,025	0,87	1,2	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	0,07	85	0,025	0,07	22	850	590	50	µg/l
Mercure	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	µg/l
Nickel	µg/l	2,8	5,8	2,2	4,2	2,1	5	5	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	0,6	0,25	0,9	0,25	0,5	7,5	5	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Zinc	µg/l	0,45	13	0,45	0,45	5	7,5	25	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0	0,04	0,06	0,04	0,04		
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Naphtalène	µg/l	0,05	0,045	-	0,045	0,015	0,01	0,02		
Fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 6 HAP	µg/l	0,1	0,095	0	0,095	0,09	0,06	0,07		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/ l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
m-, p-Xylène	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5		

PZB											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,18	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0	0,04	0,06	0,04	0,04			
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Naphtalène	µg/l	0,05	0,045	-	0,045	0,015	0,01	0,02			
Fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 6 HAP	µg/l	0,1	0,095	0	0,095	0,09	0,06	0,07			
Conductivité	µS/cm	1300	2300	1600	2900	1520	1660	1010	-	1100	-
Somme des HAP	µg/l	0,05	0,045	-	0,045	-	-	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	-	-
Benzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,025	0,05	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		-	-
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		-	-
Chlorures	mg/l	220	650	200	780	400	430	180	-	250	200
Aluminium	µg/l	2,3	2,4	8,8	2,9	25	370	450	-	200	-
Arsenic	µg/l	0,44	0,54	0,42	0,43	0,5	5	1,5	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	34	68	41	81	43	58	33	-	700	-
Chrome	µg/l	0,07	0,12	0,07	0,07	0,5	2,5	2,5	50	-	50
Cuivre	µg/l	0,4	0,8	0,3	0,3	0,5	5	2,5	2000	1000	-
Fer	mg/l	0,0005	0,0005	0,0018	0,0017	0,025	0,87	1,2	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	0,07	85	0,025	0,07	22	850	590	-	50	-
Mercure	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	-	1
Nickel	µg/l	2,8	5,8	2,2	4,2	2,1	5	5	20	-	20
Plomb	µg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	5	5	10	-	50
Sélénium	µg/l	0,6	0,25	0,9	0,25	0,5	7,5	5	20	-	20

PZC

PZC										
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	Valeurs seuils retenues au niveau national	Unité
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	1000	µg/l
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3	µg/l
1,2-Dichloropropane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	40	µg/l
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	300	µg/l
Aluminium	µg/l	16	4,3	9	3,4	25	2900	660	200 (1)	µg/l
Arsenic	µg/l	2,9	0,99	1,3	2,1	2,4	74	67	10 (1)	µg/l
Baryum (Ba)	µg/l	31	29	34	23	32	57	39	700 (1)	µg/l
Benzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	0,25	0,25	0,25	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	µg/l
Chloroforme	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	2,5	µg/l
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	µg/l
Chlorures (Cl)	mg/l	98	39	200	97	190	90	150	250 (1)	mg/ l
Chrome	µg/l	0,14	0,12	0,08	0,16	3	57	27	50 (1)	µg/l
Conductivité	µS/cm	1200	690	1300	1200	1180	968	1080	1100 (1)	µS/ cm
Cuivre	µg/l	0,05	0,1	0,05	0,2	0,5	5	19	2000	µg/l
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,05	0,05	0,05	mg/l
Ethylbenzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	0,25	0,25	0,25	300	µg/l
Fer	mg/l	0,0044	0,0037	0,2	0,0085	0,025	13	9,8	0,2 (1)	mg/l
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	0,6	µg/l
Manganèse	µg/l	620	230	940	240	1000	970	1 100	50	µg/l
Mercure	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	µg/l
Nickel	µg/l	2	4,3	3	1,5	2,5	11	18	20 (1)	µg/l
Plomb	µg/l	0,1	0,05	0,05	0,05	0,15	16	19	10 (1)	µg/l
Sélénium (Se)	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	7,5	5	10 (1)	µg/l
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Tétrachlorure de carbone	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	4	µg/l
Toluène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	0,25	0,25	0,25	700	µg/l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/l
Zinc	µg/l	5,2	3,1	0,45	1,3	5	36	70	5000 (1)	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	µg/ l
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0	0,04	0,06	0,04	0,04		
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	1	µg/ l
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Naphtalène	µg/l	0,045	0,045	-	0,045	0,015	0,01	0,04		
Fluoranthène	µg/l	0,02	0,02	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01		
Somme 6 HAP	µg/l	0,105	0,105	0	0,095	0,09	0,06	0,09		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	µg/ l
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	50	µg/ l
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
m-, p-Xylène	µg/l	0,5	0,5	-	0,5	0,25	0,25	0,25	500	µg/ l
o-Xylène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	0,25	0,25	0,25		
Somme	µg/l	0,75	0,75	0	0,75	0,5	0,5	0,5		

PZC											
Composé	Unité \ Semestre	2022 S1	2022 S2	2023 S1	2023 S2	2024 S1	2024 S2	2025 S1	LQ AEP (3)	Réf AEP (3)	LQ EB-AEP (3)
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,05	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	0,1	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0	0,04	0,06	0,04	0,04			
Benzo(a)anthracène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01	-	-	1
Benzo(a)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Naphtalène	µg/l	0,045	0,045	-	0,045	0,015	0,01	0,04			
Fluoranthène	µg/l	0,02	0,02	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	µg/l	0,01	0,01	-	0,01	0,015	0,01	0,01			
Somme 6 HAP	µg/l	0,105	0,105	0	0,095	0,09	0,06	0,09			
Conductivité	µS/cm	1200	690	1300	1200	1180	968	1080	-	1100	-
Somme des HAP	µg/l	0,04	0,045	-	0,045	-	-/-	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	-	-
Benzène	µg/l	0,25	0,25	-	0,25	0,25	0,25	0,25	1	-	-
Cyanures totaux (CN)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,05	0,05	0,05	-	0,05
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	3		
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	10	-	-
Trichloroéthylène	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		-	-
Somme	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		-	-
Chlorures	mg/l	98	39	200	97	190	90	150	-	250	200
Aluminium	µg/l	16	4,3	9	3,4	25	2900	660	-	200	-
Arsenic	µg/l	2,9	0,99	1,3	2,1	2,4	74	67	10	-	100
Baryum (Ba)	µg/l	31	29	34	23	32	57	39	-	700	-
Chrome	µg/l	0,14	0,12	0,08	0,16	3	57	27	50	-	50
Cuivre	µg/l	0,05	0,1	0,05	0,2	0,5	5	19	2000	1000	-
Fer	mg/l	0,0044	0,0037	0,2	0,0085	0,025	13	9,8	-	0,2	-
Manganèse	µg/l	620	230	940	240	1000	970	1 100	-	50	-
Mercure	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,0125	0,05	1	-	1
Nickel	µg/l	2	4,3	3	1,5	2,5	11	18	20	-	20
Plomb	µg/l	0,1	0,05	0,05	0,05	0,15	16	19	10	-	50
Sélénium	µg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	7,5	5	20	-	20

PZD

Absence de données

Annexe 4 : Surveillance des rejets atmosphériques

Les mesures dépassant les VLE sont indiquées en bleu dans les tableaux

	Conduit n°1 Chaudière																					
Elément mesuré	Concentration totale									VLE	Unité	Flux horaire									VLE	Unité
	2018	S1 2019	S2 2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025			S2 2018	S1 2019	S2 2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
CO			23,1	58	58	9,258	1 398,8	1,5	0	100	mg/Nm3											
SO2	2,1	29,216	3,669	6,037	0,588	1,593	3,622	3,621	0	35	mg/Nm3	11,1	149,1	17,6	35,1	4,0	10,7	38,4	21,9	0	550	g/h
NOX	117	110,496	84,268	101,963	96,83	91,691	84,606	98,5	93,5	100	mg/Nm3	617,7	563,8	404,3	592,8	665	613,9	897,4	596,9	500	1600	g/h
Poussières	4,58	17,848	13,414	15,876	1,935	0,100	2,415	0,85	0	5	mg/Nm3	24,19	91,06	64,35	92,30	13,29	0,7	25,6	5,2	0	80	g/h

Conduit n°4 four PITS 13																																		
Elément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024				
SO2	2,896	/	/	/	52,700	141,0	567,4	6,000	/	/	/	/	/	/	35	mg/Nm3	0,6	/	/	/	36,5	260,6	845,4	4,6	/	/	/	/	/	/	125	g/h		
NOX	34,528	/	/	/	57,900	39,900	93,100	36,600	/	/	/	/	/	/	400	mg/Nm3	7,3	/	/	/	40,1	73,7	138,7	27,8	/	/	/	/	/	/	1400	g/h		
Poussières	31,379	/	/	/	40,000	232,000	28,900	42,700	/	/	/	/	/	/	150	mg/Nm3	6,7	/	/	/	27,7	428,7	43,1	32,4	/	/	/	/	/	/	525	g/h		
Hg	0,005	/	/	/	0,070	0,001	0,000	0,000	/	/	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Pb	1,445	/	/	/	1,100	8,558	0,018	0,598	/	/	/	/	/	/	1	mg/Nm3																		
Cd	0,006	/	/	/	0,025	0,056	0,001	0,003	/	/	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Tl	0,000	/	/	/	0,001	0,002	0,002	0,003	/	/	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	4,830	/	/	/	20,215	29,793	0,780	5,608	/	/	/	/	/	/	5	mg/Nm3	1,03	/	/	/	14,01	20,65	1,16	4,3	/	/	/	/	/	/	65	g/h		
As+Se+Te	0,046	/	/	/	0,251	1,742	0,019	0,361	/	/	/	/	/	/	1	mg/Nm3	0,010	/	/	/	0,174	1,207	0,029	0,274	/	/	/	/	/	/	3,5	g/h		
Cd+Tl+Hg	0,011	/	/	/	0,095	0,059	0,003	0,005	/	/	/	/	/	/	0,1	mg/Nm3	0,002	/	/	/	0,066	0,041	0,004	0,004	/	/	/	/	/	/	0,35	g/h		

Conduit n°5 four PITS 14																																		
Elément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024				
SO2	1,559	90,667	/	17,143	15,100	6,800	12,80	/	/	/	/	7,19	/	/	35	mg/Nm3	0,2	40,7	/	6,4	6,9	5,0	13,0	/	/	/	/	8,3	/	/	125	g/h		
NOX	135,588	376,000	/	44,571	203,000	19,700	58,2	/	/	/	/	300,5	/	/	400	mg/Nm3	15,7	168,8	/	16,6	92,7	14,4	59,2	/	/	/	/	320	/	/	1400	g/h		
Poussières	9,471	182,667	/	70,286	40,000	22,800	15,0	/	/	/	/	28,2	/	/	150	mg/Nm3	1,1	82,0	/	26,2	18,3	16,6	15,3	/	/	/	/	29	/	/	525	g/h		
Hg	0,000	0,001	/	0,003	0,000	0,000	0,00	/	/	/	/	0,000017	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Pb	0,160	16,673	/	1,754	1,600	1,062	0,751	/	/	/	/	0,77	/	/	1	mg/Nm3																		
Cd	0,000	0,043	/	0,009	0,271	0,007	0,009	/	/	/	/	0,003	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Tl	0,000	0,005	/	0,002	0,002	0,000	0,002	/	/	/	/	0,0003	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	0,918	42,251	/	8,737	15,354	8,684	2,581	/	/	/	/	2,8	/	/	5	mg/Nm3	0,11	18,97	/	3,25	7,01	3,96	2,62	/	/	/	/	3,04	/	/	65	g/h		
As+Se+Te	0,136	0,580	/	0,481	0,158	0,215	0,314	/	/	/	/	0,1	/	/	1	mg/Nm3	0,016	0,260	/	0,179	0,072	0,098	0,319	/	/	/	/	0,11	/	/	3,5	g/h		
Cd+Tl+Hg	0,001	0,048	/	0,014	0,274	0,008	0,011	/	/	/	/	0,004	/	/	0,1	mg/Nm3	0,000	0,022	/	0,005	0,125	0,003	0,011	/	/	/	/	0,004	/	/	0,35	g/h		

Conduit n°6 four PITS 15																																		
Elément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024				
SO2	/	/	/	10,316	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	35	mg/Nm3	/	/	/	6,9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	125	g/h			
NOX	/	/	/	35,579	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	400	mg/Nm3	/	/	/	23,8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1400	g/h			
Poussières	/	/	/	90,316	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	150	mg/Nm3	/	/	/	60,5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	525	g/h			
Hg	/	/	/	0,001	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Pb	/	/	/	3,608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	mg/Nm3																		
Cd	/	/	/	0,002	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Tl	/	/	/	0,003	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	/	/	15,167	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5	mg/Nm3	/	/	/	10,16	/	/	/	/	/	/	/	/	/	65	g/h			
As+Se+Te	/	/	/	1,080	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	/	0,723	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3,5	g/h			
Cd+Tl+Hg	/	/	/	0,006	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,1	mg/Nm3	/	/	/	0,004	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,35	g/h			

Elément mesuré	Conduit n°7 four PITS 16																														VLE	Unité		
	Concentration totale															Flux horaire																		
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025				
SO2	/	/	/	/	2,400	/	/	/	/	/	66	2,17	/	/	12,7	35	mg/Nm3	/	/	/	/	1,7	/	/	/	/	/	87	1,7	/	/	6	125	g/h
NOX	/	/	/	/	85,800	/	/	/	/	/	62	221,7	/	/	82,7	400	mg/Nm3	/	/	/	/	59,0	/	/	/	/	/	93	180	/	/	40	1400	g/h
Poussières	/	/	/	/	21,400	/	/	/	/	/	14,6	90,4	/	/	34,31	150	mg/Nm3	/	/	/	/	14,7	/	/	/	/	/	17	70	/	/	20	525	g/h
Hg	/	/	/	/	0,001	/	/	/	/	/	0,00046	0,000081	/	/	0	0,05	mg/Nm3																	
Pb	/	/	/	/	0,709	/	/	/	/	/	0,5	0,43	/	/	0,49	1	mg/Nm3																	
Cd	/	/	/	/	0,012	/	/	/	/	/	0,003	0,006	/	/	0,003	0,05	mg/Nm3																	
Tl	/	/	/	/	0,001	/	/	/	/	/	0,0003	0,00016	/	/	0,0002	0,05	mg/Nm3																	
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	/	/	/	6,091	/	/	/	/	/	2,55	15,8	/	/	4,12	5	mg/Nm3	/	/	/	/	4,19	/	/	/	/	/	3,3	12,4	/	/	1,8	65	g/h
As+Se+Te	/	/	/	/	0,160	/	/	/	/	/	0,065	0,31	/	/	0,187	1	mg/Nm3	/	/	/	/	0,110	/	/	/	/	/	0,085	0,24	/	/	0,085	3,5	g/h
Cd+Tl+Hg	/	/	/	/	0,014	/	/	/	/	/	0,0045	0,0067	/	/	0,0035	0,1	mg/Nm3	/	/	/	/	0,010	/	/	/	/	/	0,006	0,005	/	/	0,002	0,35	g/h

	Conduit n°8 four PITS 17																																	
Elément mesuré	Concentration totale															VLE	Unité	Flux horaire															VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025		
SO2	/	/	225,000	/	/	/	/	/	4,020	13,965	1,829	/	/	/	40,55	35	mg/Nm3	/	/	245,6	/	/	/	/	4,3	28,9	2,250	/	/	/	17	125	g/h	
NOX	/	/	77,000	/	/	/	/	/	57,780	23,450	2,170	/	/	/	237	400	mg/Nm3	/	/	84,0	/	/	/	/	61,8	48,5	2,669	/	/	/	100	1400	g/h	
Poussières	/	/	403,333	/	/	/	/	/	9,960	9,205	45,803	/	/	/	59,5	150	mg/Nm3	/	/	440,2	/	/	/	/	10,7	19,1	56,337	/	/	/	30	525	g/h	
Hg	/	/	0,016	/	/	/	/	/	0,000	0,000	0,000	/	/	/	0,003	0,05	mg/Nm3																	
Pb	/	/	10,219	/	/	/	/	/	0,362	0,243	0,058	/	/	/	1,2	1	mg/Nm3																	
Cd	/	/	0,015	/	/	/	/	/	0,001	0,002	0,000	/	/	/	0,005	0,05	mg/Nm3																	
Tl	/	/	0,003	/	/	/	/	/	0,000	0,001	0,000	/	/	/	0,0016	0,05	mg/Nm3																	
Sb+Cr+Co+Cu+Sn +Mn+Ni+V+Zn	/	/	52,367	/	/	/	/	/	2,572	1,710	0,917	/	/	/	7,6	5	mg/Nm3	/	/	57,15	/	/	/	/	2,8	3,5	1,128	/	/	/	3,2	65	g/h	
As+Se+Te	/	/	2,678	/	/	/	/	/	0,133	0,103	0,011	/	/	/	0,2	1	mg/Nm3	/	/	2,923	/	/	/	/	0,143	0,214	0,014	/	/	/	0,09	3,5	g/h	
Cd+Tl+Hg	/	/	0,034	/	/	/	/	/	0,001	0,004	0,000	/	/	/	0,009	0,1	mg/Nm3	/	/	0,037	/	/	/	/	0,001	0,007	0,000	/	/	/	0,004	0,35	g/h	

Conduit n°9 four PITS 18																																		
Élément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024				
SO2	/	/	21,000	/	/	/	/	/	/	28,320	/	/	/	7,6	35	mg/Nm3	/	/	92,3	/	/	/	/	/	56,6	/	/	/	11,628	125	g/h			
NOX	/	/	10,800	/	/	/	/	/	/	449,240	/	/	/	858,3	400	mg/Nm3	/	/	47,5	/	/	/	/	/	898,5	/	/	/	1313,199	1400	g/h			
Poussières	/	/	30,600	/	/	/	/	/	/	31,320	/	/	/	43,0	150	mg/Nm3	/	/	134,5	/	/	/	/	/	62,6	/	/	/	65,790	525	g/h			
Hg	/	/	0,000	/	/	/	/	/	/	0,000	/	/	/	0,000	0,05	mg/Nm3																		
Pb	/	/	3,061	/	/	/	/	/	/	0,176	/	/	/	0,154	1	mg/Nm3																		
Cd	/	/	0,011	/	/	/	/	/	/	0,003	/	/	/	0,002	0,05	mg/Nm3																		
Tl	/	/	0,001	/	/	/	/	/	/	0,002	/	/	/	0,000	0,05	mg/Nm3																		
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	/	14,378	/	/	/	/	/	/	3,499	/	/	/	0,537	5	mg/Nm3	/	/	63,20	/	/	/	/	/	7,0	/	/	/	0,821	65	g/h			
As+Se+Te	/	/	0,035	/	/	/	/	/	/	0,576	/	/	/	0,031	1	mg/Nm3	/	/	0,153	/	/	/	/	/	1,151	/	/	/	0,047	3,5	g/h			
Cd+Tl+Hg	/	/	0,013	/	/	/	/	/	/	0,005	/	/	/	0,002	0,1	mg/Nm3	/	/	0,058	/	/	/	/	/	0,010	/	/	/	0,002	0,35	g/h			

Conduit n°10 four PITS 19																																		
Elément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024				
SO2	/	/	/	/	/	13,300	62,000	34,000	/	25,223	/	/	/	/	35	mg/Nm3	/	/	/	/	/	25,1	37,8	20,7	/	60,5	/	/	/	/	125	g/h		
NOX	/	/	/	/	/	287,900	135,200	164,100	/	141,835	/	/	/	/	400	mg/Nm3	/	/	/	/	/	543,6	82,5	100,1	/	340,4	/	/	/	/	1400	g/h		
Poussières	/	/	/	/	/	24,400	44,000	36,500	/	26,838	/	/	/	/	150	mg/Nm3	/	/	/	/	/	46,1	26,8	22,3	/	64,4	/	/	/	/	525	g/h		
Hg	/	/	/	/	/	0,001	0,000	0,001	/	0,00025	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Pb	/	/	/	/	/	0,929	2,672	1,039	/	0,405	/	/	/	/	1	mg/Nm3																		
Cd	/	/	/	/	/	0,043	0,014	0,004	/	0,001	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Tl	/	/	/	/	/	0,000	0,003	0,003	/	0,001	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3																		
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	/	/	/	/	5,134	7,718	6,104	/	3,768	/	/	/	/	5	mg/Nm3	/	/	/	/	/	3,88	4,71	3,7	/	9,0	/	/	/	/	65	g/h		
As+Se+Te	/	/	/	/	/	0,181	0,290	1,115	/	0,585	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	/	/	/	0,137	0,177	0,680	/	1,404	/	/	/	/	3,5	g/h		
Cd+Tl+Hg	/	/	/	/	/	0,044	0,017	0,008	/	0,002	/	/	/	/	0,1	mg/Nm3	/	/	/	/	/	0,034	0,010	0,005	/	0,004	/	/	/	/	0,35	g/h		

Elément mesuré	Conduit n°11 four PITS 20																																	
	Concentration totale															VLE	Unité	Flux horaire														VLE	Unité	
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S2 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S2 2025
SO2	/	52,000	/	/	/	/	/	/	2,538	/	7,800	12,5	/	6,9	2	35	mg/Nm3	/	17,7	/	/	/	/	/	/	4,9	/	18,205	11	/	5,624	3,3	125	g/h
NOX	/	27,333	/	/	/	/	/	/	36,085	/	155,500	962	/	284,1	269,7	400	mg/Nm3	/	9,3	/	/	/	/	/	/	69,7	/	362,937	820	/	231,542	400	1400	g/h
Poussières	/	56,667	/	/	/	/	/	/	6,807	/	13,900	58,4	/	36,6	6,8	150	mg/Nm3	/	19,3	/	/	/	/	/	/	13,1	/	32,443	45	/	29,829	8	525	g/h
Hg	/	0,000	/	/	/	/	/	/	0,000	/	0,000	0,000049	/	0,000	0,0008	0,05	mg/Nm3																	
Pb	/	4,346	/	/	/	/	/	/	0,130	/	0,240	1,32	/	0,528	0,29	1	mg/Nm3																	
Cd	/	0,003	/	/	/	/	/	/	0,000	/	0,002	0,011	/	0,014	0,001	0,05	mg/Nm3																	
Tl	/	0,001	/	/	/	/	/	/	0,000	/	0,000	0,001	/	0,001	0,0004	0,05	mg/Nm3																	
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	18,353	/	/	/	/	/	/	0,845	/	1,001	12,5	/	4,018	0,883	5	mg/Nm3	/	6,24	/	/	/	/	/	/	1,6	/	2,336	9,2	/	3,275	1,13	65	g/h
As+Se+Te	/	0,607	/	/	/	/	/	/	0,109	/	0,059	0,42	/	0,026	0,17	1	mg/Nm3	/	0,206	/	/	/	/	/	/	0,210	/	0,137	0,31	/	0,021	0,218	3,5	g/h
Cd+Tl+Hg	/	0,004	/	/	/	/	/	/	0,000	/	0,002	0,012	/	0,015	0,0019	0,1	mg/Nm3	/	0,001	/	/	/	/	/	/	0,000	/	0,005	0,009	/	0,012	0,002	0,35	g/h

	Conduit n°17 Four de réchauffage des billettes																																			
Elément mesuré	Concentration totale																VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025		
SO2	1,32	132,0	14,68	3,64	2,70	35,00	1,93	9,000	0,111	4,500	6,767	3,947	/	4,300	8,4	9,81	35	mg/Nm³	11,64	731,50	635,04	89,39	26,01	447,99	51,53	275,400	2,967	210,000	337,572	210,000	/	191,995	140	120	2450	g/h
NOX	209,73	5,64	165,6	162,7	188,0	32,20	204,3	221,80	145,88	89,70	133,25	152,769	/	187,500	190	207	400	mg/Nm³	1854,24	31,26	7166,88	3995,00	1811,38	412,16	5454,8	6787,080	3895,233	4458,000	6647,453	4458,000	/	8371,875	3001	2710	28000	g/h
Poussières	12,42	23,40	1,92	13,02	0,00	5,50	9,42	2,000	3,500	5,700	2,516	1,398	/	3,2	4,44	5,29	20	mg/Nm³	109,80	129,68	83,16	319,60	0,00	70,40	290,00	61,200	93,450	188,000	125,522	188,000	/	142,880	70	66	1400	g/h
Hg	0,0089	0,000	0,0089	0,0064	0,0001	0,0007	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	0,001	0	0,0031	0,05	mg/Nm³	0,08	0,00	0,38	0,16	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	0,058	0	0,039	3,5	g/h
Pb	0,0171	0,0866	0,0266	0,0493	0,0205	0,0721	0,0148	0,025	0,282	0,002	0,061	0,004	/	0,112	0,026	0,18	1	mg/Nm³	0,15	0,48	1,15	1,21	0,20	0,44	0,40	0,760	7,517	0,112	3,018	0,201	/	4,994	0,41	2,2	70	g/h
Cd	0,0000	0,000	0,0015	0,0012	0,0009	0,0080	0,0003	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	/	0,013	0,005	0,001	0,05	mg/Nm³	0,00	0,00	0,06	0,03	0,01	0,05	0,01	0,000	0,007	0,024	0,053	0,000	/	0,567	0,088	0,017	3,5	g/h
Tl	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,0002	0,0001	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	0,000	0	0,0004	0,05	mg/Nm³	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,002	0,022	/	0,000	0	0,0005	3,5	g/h
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	1,2310	2,024	0,981	1,029	1,179	1,114	0,589	0,493	0,302	0,098	3,027	0,382	/	2,420	1,37	2,6	5	mg/Nm³	10,88	11,22	42,44	25,28	11,36	6,82	14,47	15,1	8,1	5,2	151,0	17,9	/	108,1	21,6	32	350	g/h
As+Se+Te	0,0031	0,009	0,002	0,004	0,002	0,013	0,0002	0,007	0,001	0,00	0,027	0,002	/	0,005	0,003	0,0066	1	mg/Nm³	0,03	0,05	0,09	0,11	0,02	0,08	0,00	0,027	0,020	0,012	1,372	0,091	/	0,228	0,058	0,081	50	g/h
Cd+Tl+Hg	0,0089	0,000	0,010	0,008	0,001	0,008	0,000	0,001	0,000	0,00	0,001	0,000	/	0,014	0,005	0,0049	0,1	mg/Nm³	0,08	0,00	0,45	0,20	0,01	0,05	0,01	0,000	0,007	0,024	0,055	0,022	/	0,625	0,088	0,06	7	g/h

Conduit n°19 Four d'Austénitisation																																		
Elément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024				
SO2	/	/	5,53	/	/	/	9,3	20,000	/	0,000	/	/	/	/	35	mg/Nm3	/	/	16,5	/	/	/	1,9	12,000	/	0,000	/	/	/	/	1529	g/h		
NOX	/	/	159	/	/	/	0	0,000	/	0,000	/	/	/	/	400	mg/Nm3	/	/	473,8	/	/	/	0,0	0,000	/	0,000	/	/	/	/	17500	g/h		
Poussières	/	/	5,97	/	/	/	5,90	5,100	/	0,000	/	/	/	/	20	mg/Nm3	/	/	17,79	/	/	/	1,18	3,060	/	0,000	/	/	/	/	880	g/h		
Hg	/	/	0,0047	/	/	/	0,0000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,01	/	/	/	0,00	0,000	/	0,000	/	/	/	/	2,2	g/h		
Pb	/	/	0,2570	/	/	/	0,0330	0,073	/	0,000	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	0,77	/	/	/	0,01	0,044	/	0,001	/	/	/	/	99	g/h		
Cd	/	/	0,0074	/	/	/	0,0000	0,001	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,02	/	/	/	0,00	0,000	/	0,000	/	/	/	/	2,2	g/h		
Tl	/	/	0,0000	/	/	/	0,0000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,00	/	/	/	0,00	0,000	/	0,000	/	/	/	/	2,2	g/h		
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	/	1,8171	/	/	/	4,3213	3,760	/	0,003	/	/	/	/	5	mg/Nm3	/	/	5,41	/	/	/	0,74	2,3	/	0,1	/	/	/	/	440	g/h		
As+Se+Te	/	/	0,0069	/	/	/	0,0106	0,007	/	0,000	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	0,021	/	/	/	0,002	0,004	/	0,000	/	/	/	/	44	g/h		
Cd+Tl+Hg	/	/	0,0121	/	/	/	0,0000	0,001	/	0,000	/	/	/	/	0,1	mg/Nm3	/	/	0,04	/	/	/	0,00	0,000	/	0,000	/	/	/	/	4,4	g/h		

Conduit n°20 FOUR DE REVENU																																
Élément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire												VLE	Unité		
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023			S1 2024	S2 2024
SO2	/	/	14,482	/	/	/	1,800	5,000	/	0,200	/	/	/	/	35	mg/Nm3	/	/	6,2	/	/	/	0,7	0,450	/	4,428	/	/	/	/	420	g/h
NOX	/	/	67,091	/	/	/	21,400	0,000	/	0,000	/	/	/	/	400	mg/Nm3	/	/	28,7	/	/	/	8,1	0,000	/	0,000	/	/	/	/	4800	g/h
Poussières	/	/	4,844	/	/	/	0,000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	20	mg/Nm3	/	/	2,072	/	/	/	0,000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	240	g/h
Hg	/	/	0,068	/	/	/	0,000	0,050	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,029	/	/	/	0,000	0,005	/	0,000	/	/	/	/	0,6	g/h
Pb	/	/	0,184	/	/	/	0,005	0,194	/	0,003	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	0,079	/	/	/	0,002	0,017	/	0,063	/	/	/	/	12	g/h
Cd	/	/	0,004	/	/	/	0,000	0,001	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,002	/	/	/	0,000	0,000	/	0,002	/	/	/	/	0,6	g/h
Tl	/	/	0,000	/	/	/	0,000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,000	/	/	/	0,000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	0,6	g/h
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	/	4,331	/	/	/	0,132	9,293	/	0,166	/	/	/	/	5	mg/Nm3	/	/	1,853	/	/	/	0,050	0,8	/	3,7	/	/	/	/	60	g/h
As+Se+Te	/	/	0,016	/	/	/	0,001	0,012	/	0,001	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	0,007	/	/	/	0,000	0,001	/	0,016	/	/	/	/	12	g/h
Cd+Tl+Hg	/	/	0,072	/	/	/	0,000	0,051	/	0,000	/	/	/	/	0,1	mg/Nm3	/	/	0,031	/	/	/	0,000	0,005	/	0,002	/	/	/	/	1,2	g/h

	Conduit n°21 LOI AMONT																																				
Élément mesuré	Concentration totale																VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité	
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025			
SO2	19,095	3,493	157,026	13,111	27,700	13,700	5,300	0,700	6,031	0,310	0,100	0,300	/	/	1,09	1,56	35	mg/Nm3	11,7	2,9	335,3	28,3	40,9	17,8	8,1	1,197	32,333	1,488	0,517	1,573	/	/	1,6	2,7	326	g/h	
NOX	1088,90	311,37	279,70	220,44	265,00	216,80	241,40	224,400	74,963	96,376	84,900	96,600	/	/	195	214	400	mg/Nm3	666,6	255,0	597,2	476,2	390,9	281,8	366,9	383,724	401,875	462,603	439,188	506,474	/	/	280	260	3700	g/h	
Poussières	8,97	11,01	2,11	13,11	0,78	2,70	3,54	4,900	0,623	0,296	0,100	0,300	/	/	1,84	6,55	20	mg/Nm3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	3,51	5,38	8,379	3,339	1,422	0,517	1,573	/	/	2,6	10	190	g/h	
Hg	0,0000	0,0000	0,0012	0,0003	0,0000	0,0011	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,05	mg/Nm3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,5	g/h	
Pb	0,0195	0,1233	0,0465	0,0153	0,1390	0,0605	0,3551	0,027	0,037	0,002	0,004	0,003	/	/	0,2	0,37	1	mg/Nm3	0,01	0,10	0,10	0,03	0,21	0,02	0,54	0,046	0,200	0,008	0,021	0,016	/	/	0,3	0,06	10	g/h	
Cd	0,0000	0,0000	0,0000	0,0062	0,0035	0,0298	0,0043	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	/	/	0,026	0,0015	0,05	mg/Nm3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,003	0,004	0,000	0,005	/	/	0,038	0,002	0,5	g/h	
Tl	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,05	mg/Nm3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,5	g/h	
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	2,0507	1,6793	0,7904	0,4976	3,0698	1,4902	0,2978	0,547	0,384	0,082	0,107	0,121	/	/	1,14	0,67	5	mg/Nm3	1,26	1,38	1,69	1,07	4,53	0,46	0,45	0,9	2,1	0,4	0,6	0,6	/	/	1,63	1,07	47	g/h	
As+Se+Te	0,0000	0,0087	0,0004	0,0002	0,0056	0,0048	0,0023	0,001	0,005	0,000	0,000	0,000	/	/	0,0008	0,0004	1	mg/Nm3	0,000	0,007	0,001	0,000	0,008	0,002	0,004	0,001	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0,001	0,001	9	g/h
Cd+Tl+Hg	0,0000	0,0000	0,0013	0,0065	0,0037	0,0310	0,0043	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	/	/	0,026	0,0015	0,1	mg/Nm3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,003	0,004	0,000	0,005	/	/	0,038	0,002	0,9	g/h	

Élément mesuré	Conduit n°22 LOI AVAL																																			
	Concentration totale																VLE	Unité	Flux horaire												VLE	Unité				
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023			S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025
SO2	/	19,895	0,444	0,477	7,700	21,200	4,100	4,100	1,417	0,327	1,000	0,300	/	/	12,9	9,95	35	mg/Nm3	/	1,3	2,7	3,4	6,2	10,6	3,1	2,214	9,009	2,156	6,940	2,279	/	/	7,1	3,5	266	g/h
NOX	/	333,47	51,12	0,00	253,60	297,20	246,60	246,600	27,691	21,078	17,600	15,500	/	/	322	473	400	mg/Nm3	/	21,1	313,1	0,0	202,9	148,6	185,0	133,164	176,088	139,113	122,144	117,723	/	/	180	170	3050	g/h
Poussières	/	68,21	0,73	0,00	1,14	5,90	12,00	12,000	0,094	1,120	0,100	0,400	/	/	8,77	8,67	20	mg/Nm3	/	0,00	0,00	0,00	0,91	2,95	9,00	6,480	0,601	7,392	0,694	3,038	/	/	4,8	3,1	152	g/h
Hg	/	0,0173	0,0010	0,0005	0,0000	0,0045	0,0000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,05	mg/Nm3	/	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,4	g/h
Pb	/	0,1446	0,0339	0,0067	0,1860	0,2485	0,1369	0,174	0,005	0,002	0,001	0,000	/	/	0,2	0,158	1	mg/Nm3	/	0,01	0,21	0,05	0,15	0,01	0,10	0,094	0,034	0,014	0,007	0,000	/	/	0,12	0,056	7,7	g/h
Cd	/	0,0002	0,0008	0,0001	0,0033	0,1230	0,0011	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0,036	0,003	0,05	mg/Nm3	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,002	0,001	0,002	0,000	0,000	/	/	0,02	0,001	0,4	g/h
Tl	/	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0060	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,05	mg/Nm3	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0	0	0,4	g/h
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	3,3719	0,9131	0,1573	3,5910	3,4001	2,1829	2,190	0,089	0,089	0,125	0,065	/	/	3,6	3,05	5	mg/Nm3	/	0,21	5,59	1,13	2,87	0,16	1,64	1,2	0,6	0,6	0,9	0,5	/	/	2,018	1,09	40	g/h
As+Se+Te	/	0,0146	0,0012	0,0000	0,0033	0,0110	0,0004	0,004	0,001	0,000	0,002	0,001	/	/	0,002	0,003	1	mg/Nm3	/	0,001	0,008	0,000	0,003	0,001	0,000	0,002	0,003	0,000	0,014	0,008	/	/	0,001	0,001	7,7	g/h
Cd+Tl+Hg	/	0,0175	0,0018	0,0006	0,0033	0,1336	0,0011	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	/	/	0,036	0,003	0,1	mg/Nm3	/	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,007	0,001	0,002	0,000	0,000	/	/	0,02	0,001	0,8	g/h

Conduit n°26 Dépoussiérage aciérie																																				
Elément mesuré	Concentration totale																VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025		
SO2	18,46	0	24,3	27	11,6	30	9,6	3,000	6,190	7,600	14,4	23,3	8,2	3,85	4,03	2,53	100	mg/Nm3	22762,6	7864,0	6177,12	4888,0	2684,24	617,22	6563,16	1944,26	5078,4	6913,72	5384,8	12353,1	4453,7	3238,3	2400	1740	90000	g/h
NOX	31,97	21,7	10,2	9,4	20	1,8	5,87	7,500	6,700	10,500	22	3,2	6,5	0,000	3	0	100	mg/Nm3	13143,5	0,00	14716,0	14040,	4628,00	10287,0	4013,10	4860,66	5496,8	9551,85	8226,9	1696,57	3530,3	0,000	1820	0	90000	g/h
COVNM	1,18	0	1,1	0,1	2,6	0	0,24	0,000	0,620	0,000	0,120	0,000	0,000	1,140	0,16	0	10	mg/Nm3	840,16	0,00	666,16	52,00	601,64	0,00	164,08	0,000	508,66	0,000	44,874	0,000	0,000	958,87	96	0	9000	g/h
Poussières	7,69	5	4,2	8,2	9,1	6,3	7,65	3,540	3,420	8,600	9,46	8,5	4,2	1,38	2,21	6,84	10	mg/Nm3	5475,28	1812,0	2543,52	4264,0	2105,74	2160,27	5230,01	2294,23	2805,8	7823,4	3537,5	4506,53	2281,1	1160,7	1320	4690	4500	g/h
Hg	0,000	0,0488	0,0097	0,0025	0,0135	0,003	0,039	0,007	0,000	0,012	0,000	0,000	0,002	0,000	0,0003	0,00001	0,05	mg/Nm3	0,00	17,67	5,87	1,31	3,12	1,03	26,92	4,537	0,000	10,916	0,000	0,000	1,086	0,000	0,18	0,008	45	g/h
Pb	0,120	0,074	0,0726	0,0405	0,0356	0,0839	0,1434	0,070	0,017	0,088	0,092	0,014	0,133	0,045	0,036	0,067	1	mg/Nm3	85,87	26,89	43,95	21,06	8,24	28,77	98,03	45,237	13,742	79,818	34,356	7,586	72,111	37,72	21,8	46,3	900	g/h
Cd	0,0009	0,0016	0,0222	0,0010	0,0043	0,0154	0,0014	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,006	0,002	0,021	0,0004	0,05	mg/Nm3	0,66	0,58	13,43	0,51	1,00	5,28	0,98	0,473	0,049	0,844	0,383	0,638	3,230	1,913	12,6	0,3	45	g/h
TI	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0	0	0,05	mg/Nm3	11,92	11,92	11,92	11,92	11,92	11,92	11,92	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,013	0	0	0	45	g/h
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	2,1322	1,6387	1,1189	2,3452	1,2954	3,6265	2,0882	1,061	0,301	1,939	2,901	0,465	2,019	0,957	0,93	2,1	5	mg/Nm3	1518,12	593,85	677,58	1219,50	299,75	1243,54	1427,64	687,3	247,1	1764,2	1084,8	246,5	1096,3	805,1	536	1447	4500	g/h
As+Se+Te	0,0017	0,0023	0,0009	0,0012	0,0034	0,0009	0,0031	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002	0,001	0,0029	0,0015	1	mg/Nm3	1,17	0,83	0,54	0,64	0,79	0,31	2,13	0,622	0,000	0,192	0,533	0,870	1,002	0,687	1,7	1,02	900	g/h
Cd+Ti+Hg	0,0009	0,0504	0,0327	0,0035	0,0186	0,0186	0,0412	0,008	0,000	0,013	0,001	0,001	0,010	0,002	0,021	0,0005	0,1	mg/Nm3	0,67	18,26	19,80	1,83	4,30	6,38	28,19	5,010	0,049	11,761	0,383	0,638	5,329	1,913	12,8	0,35	45	g/h
PCDD/PCDF	0,018	0,061	0,061	0,002	0,014	0,039	0,00027	0,000000011	0,000000830	0,000000005	0,000000005	0,0000000050	0,0000000002	0	0	0,0057	0,1	ng/Nm3 I-TEQ	0,0000013	0,0000022	0,00000369	0,0000001	0,00000032	0,00000133	0,00000002	0,00000071	0,0000681	0,00000045	0,00000002	0,00000265	0,00000001	0	0	0,0039	0,00009	g/h

	Conduit n°27 décriquage																																	
Elément mesuré	Concentration totale															VLE	Unité	Flux horaire														VLE	Unité	
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S2 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S2 2025
Poussières	/	25,4	6,7	/	7	12	4,43	8,0	9,9	0,2	4,7	3,2	4,9	8,1	8,12	20	mg/Nm3	/	2,18	0,57	/	0,38	0,89	0,25	451,8	547,8	11,9	0,022	222,5	332,0	566,5	590	2300	g/h

	Conduit n°28 Laveur de buées LDR																																	
Elément mesuré	Concentration totale															VLE	Unité	Flux horaire														VLE	Unité	
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S2 2025			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S2 2025
HCl	/	/	13,5	49	50,6	15	0,6	0,5	0,9	0,3	0,03	0,9	/	1,36	0,029	30	mg/Nm3	/	/	460,3	1386	1305	450	15,48	17,6	27,0	8,8	0,96	28,6	/	44,2	3,1	960	g/h

Conduit n° 29 Four de RECUIT (n°20)																																		
Elément mesuré	Concentration totale														VLE	Unité	Flux horaire																VLE	Unité
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024			S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024				
SO2	/	/	57,273	/	/	/	0,300	0,000	/	3,200	/	/	/	/	35	mg/Nm3	/	/	33,040	/	/	/	5,610	0,000	/	26,989	/	/	/	/	300	g/h		
NOX	/	/	36,818	/	/	/	0,820	112,000	/	0,000	/	/	/	/	400	mg/Nm3	/	/	21,240	/	/	/	15,334	123,200	/	0,000	/	/	/	/	12000	g/h		
Poussières	/	/	8,959	/	/	/	0,470	0,000	/	0,000	/	/	/	/	20	mg/Nm3	/	/	5,168	/	/	/	8,789	0,000	/	0,000	/	/	/	/	600	g/h		
Hg	/	/	0,013	/	/	/	0,020	0,010	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,007	/	/	/	0,374	0,011	/	0,000	/	/	/	/	1,5	g/h		
Pb	/	/	0,435	/	/	/	0,005	0,000	/	0,007	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	0,251	/	/	/	0,097	0,000	/	0,063	/	/	/	/	30	g/h		
Cd	/	/	0,010	/	/	/	0,000	0,001	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,006	/	/	/	0,004	0,001	/	0,002	/	/	/	/	1,5	g/h		
TI	/	/	0,000	/	/	/	0,000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	0,05	mg/Nm3	/	/	0,000	/	/	/	0,000	0,000	/	0,000	/	/	/	/	1,5	g/h		
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	/	/	8,955	/	/	/	0,131	0,149	/	0,271	/	/	/	/	5	mg/Nm3	/	/	5,166	/	/	/	2,458	0,2	/	2,3	/	/	/	/	150	g/h		
As+Se+Te	/	/	0,000	/	/	/	0,000	0,001	/	0,003	/	/	/	/	1	mg/Nm3	/	/	0,000	/	/	/	0,008	0,001	/	0,022	/	/	/	/	30	g/h		
Cd+TI+Hg	/	/	0,023	/	/	/	0,020	0,011	/	0,000	/	/	/	/	0,1	mg/Nm3	/	/	0,013	/	/	/	0,378	0,012	/	0,002	/	/	/	/	3	g/h		

Annexe 5 : Courrier du GPM pour la fourniture de l'eau brute

	GPMM	DATE
	<i>Projet MARCEGAGLIA Note EAU pour DAE MARCEGAGLIA</i>	29/05/2026

Note caractérisant la production d'Eau Industrielle par le GPMM sur la ZIF

Synthèse générale

Le GPMM est aujourd'hui autorisé à prélever de l'eau dans le canal d'Arles à Fos dans le cadre d'une déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat datant de 2006. Cette eau est destinée à un usage industriel.

Le volume annuel de prélèvement actuellement autorisé est de 25 Mm³. L'implantation du projet MARCEGAGLIA sur la zone industrielle de Fos augmenterait de 3,95 Mm³ le volume annuel actuellement prélevé à horizon 2029, date estimée du pic de consommation d'eau des process industriels du projet après montée en charge.

Cette augmentation vient s'ajouter à l'augmentation des prélèvements liés au projet Gravithy, qui a fait l'objet d'une note spécifique, et s'inscrit dans l'enveloppe des prévisions d'augmentation de prélèvement qui a fait l'objet d'une note globale.

Le GPMM conduit depuis le 20 juin 2026 une étude globale sur la ressource en eau du canal d'Arles à Fos dont l'objectif est de déterminer le fonctionnement du canal et d'évaluer la capacité maximale de prélèvement sans incidence sur la ressource et les milieux naturels afférents.

Dans le cadre de cette étude, une synthèse bibliographique et des entretiens ont été menés pour établir un état des lieux des connaissances sur le canal. En complément, une campagne de mesure sur l'ensemble du linéaire du canal et de ses affluents est mise en œuvre. Prévue pour un an, elle a démarré le 15 septembre 2025 et fera l'objet de quatre rapports trimestriels puis d'un rapport final.

La présente note, établie pour le compte du projet MARCEGAGLIA s'appuie du différents documents fournis aux services de l'Etat :

- Une note globale jointe à la présente note, qui prend en compte l'ensemble des augmentations prévues d'ici 2030. Les augmentations prévues dans le cadre de MARCEGAGLIA sont intégrées dans cette note globale.
- Une synthèse générale du fonctionnement du canal connu, qui présente à la fois des données bibliographiques, des résultats d'entretiens avec les acteurs de l'eau concernés par le canal d'Arles à Fos et des données mesurées.
- Le premier rapport trimestriel rédigé dans le cadre de la campagne de mesure.

Les premiers éléments issus de ces analyses approfondies montrent une cohérence globale entre les données issues de la littérature et celles issues des mesures. Les écarts sont liés aux différences méthodologiques mais les ordres de grandeurs sont proches.

Ainsi il apparaît possible de formuler des hypothèses raisonnables d'absence d'incidence des augmentations prévues dans la note globale et donc des augmentations liées au projet MARCEGAGLIA. Cette appréciation repose sur l'analyse des données hydrologiques présentées dans le document de synthèse, la note de globale, les rapports trimestriels disponibles à date et sur la prise en compte des réductions de consommation attendues grâce aux Plans de Sobriété Hydrique et aux Meilleures Techniques Disponibles.

	GPMM	DATE
	<i>Projet MARCEGAGLIA Note EAU pour DAE MARCEGAGLIA</i>	29/05/2026

Toutefois, ce sont les résultats complets de l'ensemble de l'étude globale actuellement menée par le GPMM qui seront déterminants pour confirmer ces hypothèses. Sous réserve des conclusions de cette étude globale le GPMM envisage donc d'augmenter les prélèvements sur le canal afin de répondre à la demande des industriels venant s'implanter sur la ZIP.

En complément, dans l'hypothèse où les conclusions de l'étude d'impact ne permettraient pas d'augmenter de manière suffisante le volume annuel de prélèvement autorisé, le GPMM étudie d'autres solutions pour la desserte en eau industrielle, parmi lesquelles une interconnexion de ses réseaux avec la boucle de desserte de la Société du Canal de Provence (SCP). La SCP est aujourd'hui en mesure de mobiliser jusqu'à 55% de son stock actuel pour un total de 140 millions de m³, soit un volume largement plus important que les besoins d'augmentation projetée des prélèvements actuels du GPMM dans le canal d'Arles à Fos.

Enfin, il convient de signaler que les volumes de prélèvements présentés dans cette note ne tiennent pas compte des réductions envisagées dans le futur. En effet, entre 2014 et 2023, la moyenne annuelle des volumes prélevés par le GPMM est de 23,74 Mm³, pour une consommation effective annuelle moyenne de 22,6 Mm³¹. Les principaux industriels consommateurs d'eau de la zone industrielle portuaire (ZIP) se sont engagés à mettre en œuvre un Plan de Sobriété Hydrique (PSH) visant à réduire leur consommation, avec une réduction de consommation attendue d'environ 1,64 M m³/ an à horizon 2027. A ceci s'ajoutent des efforts de réduction de consommation d'eau par la mise en place des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) demandés par les services de l'Etat aux projets à l'étude. A noter, le projet Carbon, aujourd'hui caduque, a fait l'objet d'une note validée pour autoriser une augmentation des prélèvements de 4.7 Mm³.

I – Hypothèses actuellement retenues par le GPMM

Les premiers résultats de l'étude globale ont permis de déterminer quatre grands types de fonctionnement et de relations hydrauliques du canal d'Arles à Fos. Elle a aussi permis de confirmer certaines hypothèses et de mettre en évidence la nécessité d'apporter des précisions pour certaines.

Le BRGM et le SYMCRAU ont validé, lors du COTECH du 2 mars 2026 en présence de la DREAL et de la DDTM, les hypothèses de fonctionnement présentées ci-dessous au regard de l'état actuel des connaissances, sous réserve d'analyse de données complémentaires.

- **Fonctionnement hydraulique propre du canal.**

- Hypothèses validées :

¹ La moyenne des prélèvements inclut des pics de production en 2019 et 2022 qui sont dus à des ruptures dans le réseau de distribution et dont les travaux à venir sur les installations permettront une diminution des volumes prélevés et consommés. La moyenne annuelle des volumes comprend des erreurs de relèves en 2015 et 2019 qui conduisent à une surestimation des volumes consommés.

	GPM	DATE
	<i>Projet MARCEGAGLIA</i> <i>Note EAU pour DAE</i> <i>MARCEGAGLIA</i>	29/05/2026

- Le canal est un plan d'eau régulé dont les niveaux sont réglementés par arrêté préfectoral.
 - Le maintien de ces niveaux permet d'assurer le rôle fonctionnel du canal.
- Hypothèses à préciser :
 - Capacité des outils de régulation à maintenir les niveaux réglementaires sous la contrainte du changement climatique.
 - Marge présente au regard des débits calculés sortant au barrage anti-sel mais à confirmer par la modélisation.
- **Relations canal – eaux souterraines.**
 - Hypothèse validée :
 - Absence de relation nappe canal dans le tronçon aval où se situe la station de pompage.
 - Hypothèse à préciser :
 - Probabilité d'une part d'alimentation du canal par la nappe de façon diffuse existante mais nécessitant des études complémentaires.
 - Probable absence d'incidence de l'augmentation des prélèvements sur la nappe.
- **Relations canal – biseau salé.**
 - Hypothèses validées :
 - Le positionnement du biseau salé est indépendant de la gestion par les outils de régulation du GPM et dépend essentiellement du niveau marin et de la charge hydraulique de surface et souterraine.
 - La charge hydraulique de surface et souterraine est dépendante du maintien des niveaux dans le canal et l'étang du Landre.
 - Hypothèses à préciser :
 - Le maintien des niveaux d'eau du canal et du Landre aux côtes réglementaires permet d'assurer l'absence d'incidence des prélèvements supplémentaires sur le positionnement du biseau salé.
- **Relations canal – zones humides et plan d'eau du Landre.**
 - Hypothèses validées :
 - Les zones humides sont dépendantes des apports amonts.
 - Le canal est l'exutoire des excédents d'eau des zones humides.
 - Le canal n'est utilisé que ponctuellement pour compléter les besoins de la Réserve Naturelle des Marais du Vigueirat
 - Hypothèse à préciser :

	GPMM	DATE
	<i>Projet MARCEGAGLIA</i> <i>Note EAU pour DAE</i> <i>MARCEGAGLIA</i>	29/05/2026

- Le maintien des niveaux d'eau du canal et du Landres par les outils de régulation du GPMM permet d'assurer l'absence d'incidence de l'augmentation des prélèvements sur les zones humides.

Sur la base de ces éléments, les premiers résultats de l'étude ont permis de définir la problématique principale liée à l'augmentation des prélèvements par le GPMM :

Capacité des outils de régulations (barrage anti-sel, ouvrage du Galéjon, station de pompage) à maintenir les niveaux réglementaires du canal et de l'étang du Landre :

- Maintien du rôle fonctionnel du canal.
- Maintien de la charge hydraulique de surface.

Si cette capacité est démontrée, l'impact de l'augmentation des prélèvements est susceptible d'être considéré comme non significatif.

En l'état actuel des connaissances, et sous réserves des études complémentaires dont les résultats sont attendus fin 2026, début 2027 et seront versés à la Demande d'Autorisation Environnementale incluant l'ensemble des prélèvements prévus sur la Zone Industrielle Portuaire de Fos-sur-Mer, **nous estimons raisonnable l'hypothèse que les outils de régulation du GPMM (Barrage antisel, Ouvrage du Galéjon, Station de pompage) seront en mesure de maintenir les niveaux réglementaires du canal et de l'étang du Landre malgré l'augmentation des prélèvements.**

Pour autant cette capacité est fortement dépendante des apports d'eau amont soumis aux changements climatiques. Cette capacité à long terme va être questionnée dans l'étude globale que mène le GPMM par :

- Des scénarios de changements climatiques et globaux établis en concertation avec les acteurs du territoire.
- La consolidation des hypothèses ci-dessus formulées au termes de la campagne de mesures.

Pour l'heure, au regard des éléments présentés ci-avant, ceux de la note globale et de la synthèse générale des connaissances présentés en annexe, les prélèvements supplémentaires générés pour les besoins du projet MARCEGAGLIA apparaissent donc compatibles avec le fonctionnement global du système d'alimentation du Canal d'Arles à Fos.

II – Le GPMM étudie en parallèle la faisabilité d'une interconnexion avec le réseau de la SCP pour répondre aux besoins futurs des industriels, dans le cas où les volumes de prélèvement supplémentaires autorisés n'étaient pas suffisants.

Le GPMM a sollicité la SCP pour étudier la faisabilité d'une alimentation complémentaire de son réseau à partir du réseau SCP de Berre.

	GPMM	DATE
	<i>Projet MARCEGAGLIA Note EAU pour DAE MARCEGAGLIA</i>	29/05/2026

En particulier dans le cadre de cette première évaluation, la SCP conclut d'une part qu'elle dispose de suffisamment des ressources pour alimenter le GPMM, y compris à l'horizon 2035/2040, et d'autre part qu'un débit de 400 l/s pourrait être fourni avec une pression dynamique de 15 mCE en amont de la station de pompage du Vigueirat via une canalisation en DN600 de 15 km de long depuis le réseau SCP de Berre Ouest, et ce sans préjudice sur le réseau de la SCP. Cette évaluation sera complétée à court terme par une analyse détaillée des conditions de mise en place d'une canalisation entre le réseau de la SCP et celui du GPMM : débit, diamètre de canalisation, tracé de la canalisation, analyse technique, foncière, environnementale et réglementaire, évaluation des coûts d'investissement et calendrier de réalisation.

III – Note d'analyse DREAL des économies d'eau possible par les industriels de la ZIP

Une note mise à jour le 26 avril 2024 par les services de la DREAL présente des éléments permettant d'envisager à terme une réduction des prélèvements actuels du GPMM à destination de ses trois principaux consommateurs dans le cadre du Plan de Sobriété Hydrique (PSH).

Cette note envisage des réductions de volume de prélèvement à hauteur de 1,64 Mm³/an à l'horizon 2027.

A ces chiffres s'ajoutent des objectifs, dont les projets ne sont pas encore sécurisés, prévoyant une réduction complémentaire de 0,26 Mm³/an à l'horizon 2028 et 2,7 Mm³/an d'économie supplémentaire à l'horizon 2030.

Ces projets constituent donc une économie prévisionnelle de 1.64 Mm³/an à l'horizon 2027 avec une hypothèse d'économie de 4.6 Mm³/an à l'horizon 2030.

Au regard de la production moyenne sur la période 2014-2023 du GPMM, soit 23,74 Mm³/an, la réduction de consommation à l'horizon 2027 conduirait à un prélèvement annuel moyen de 22.1 Mm³/an. Le pic de consommation attendu en 2029 par le projet MARCEGAGLIA est de 3.95 Mm³ en amont des efforts demandés par les services de l'Etat qui doivent conduire à réduire la consommation d'eau du projet MARCEGAGLIA.

En complément de cette approche d'économie d'eau par les PSH, il est également demandé par la DREAL aux porteurs de projet de mettre en place dans leur process les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) concourant à la limitation des consommations d'eau.

IV – Eléments complémentaires

L'ensemble des ressources techniques et documentaires ayant conduit à la rédaction de la présente note sont versés en annexe et regroupent :

- La note globale qui prend en compte l'ensemble des prélèvements attendus. Annexe A.
- La synthèse des connaissances produite par le GPMM. Annexe B.
- Le rapport trimestriel de mesures. Annexe C.



GRAND PORT MARITIME DE MARSEILLE (GPMM)

ÉTUDE GLOBALE SUR LA RESSOURCE EN EAU BRUTE DU GPMM

Note « chapeau » –

59813 | note technique – v3 | J.SOLERE/J.CLEMENT

Fichier : GPMM_Etude ressource eau brute_Note DDAE_V3.docx

V.	Date	Établi par	Vérifié par	Approuvé par	Nb. pages	Observations / Visa
V1	Février	Pascaline Ferret Anne Blondel	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	14	1 ^{ère} diffusion
V2	Mars	Pascaline Ferret Anne Blondel	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	39	Mise à jour suite commentaires GPMM et Cotech 2 du 3 mars 2026
V3	Mai	Jérémie SOLERE	Jérémy Clément	Jérémy Clément		Mise à jour suite commentaires DREAL/DDTM du 12 mai 2026

TABLE DES MATIERES

I. OBJET ET CONTEXTE DE LA NOTE	5
I. 1. Cadre et portée de la note	5
I. 2. Documents de référence	6
I. 3. Résumé des hypothèses actuellement retenues par le GPMM	7
I. 4. La station de pompage du Vigueirat	8
I. 4. 1. Présentation et description de la station de pompage et de ses ouvrages connexes	8
I. 4. 2. Fonctionnement et régulations	11
I. 4. 3. Réseau de surveillance de la station et de ses ouvrages connexes	12
I. 4. 4. Historique des prélèvements	12
I. 4. 5. Prélèvements de secours dans le Landre	13
I. 4. 6. Documents réglementaires et autorisation de prélèvements	14
I. 5. Etude de faisabilité d'une interconnexion avec le réseau de la SCP	14
I. 6. Note d'analyse DREAL des économies d'eau possible par les industriels de la ZIP	15
II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET SYNTHESE DES ENTRETIENS	16
II. 1. Fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos et de ses affluents	16
II. 1. 1. Nature du fonctionnement hydraulique	16
II. 1. 2. Un système hydraulique entièrement régulé	17
II. 1. 3. Variabilité saisonnière des débits	19
II. 2. Relations canal - eaux souterraines	20
II. 3. Relations canal - biseau salé	22
II. 4. Relations canal - zones humides et plan d'eau du Landre	23
III. CAMPAGNE DE MESURES	24
III. 1. Programme	24
III. 2. Résultats	27
III. 3. Conclusion et synthèse	29
IV. HYPOTHESES RETENUES POUR L'EVALUATION DES EFFETS POTENTIELS DES PRELEVEMENTS	29
IV. 1. Hypothèses retenues pour l'évaluation des effets sur la pression quantitative globale	29
IV. 2. Hypothèse retenue pour l'évaluation des effets sur les eaux souterraines	30
IV. 3. Hypothèses retenues pour l'évaluation des effets sur le biseau salé	31
IV. 4. Hypothèse retenue pour l'évaluation des effets sur les zones humides et l'étang du Landre	31
IV. 5. Estimation des débits au barrage anti-sel	32
V. ETUDES PROJETEES ET PERSPECTIVES	35

V. 1. Incidences et mesures	35
V. 1. 1. Étude d'incidence pour le DAE.....	35
V. 1. 2. Définition des scénarios	35
V. 1. 3. Outils et méthodes de modélisation	36
V. 2. Mise en place d'un réseau de surveillance à long terme	36
VI. CONCLUSION GENERALE.....	38

FIGURES

Figure I-1 : plan de situation de la station de pompage du Vigueirat	9
Figure I-2 : plan de situation de la station de pompage du Vigueirat et de ses ouvrages connexes	9
Figure I-3 : Station de pompage du Vigueirat avec son château d'eau et entonnoir à droite	10
Figure I-4 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)	11
Figure I-5 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage	12
Figure II-1 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos et de ses principaux affluents (setec hydratec, 2026)	17
Figure II-2 : Ouvrages de régulations fonctionnels sur le canal d'Arles à Fos	18
Figure II-3 : Consignes de l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013	19
Figure II-4 : Etude BCEOM 2007 : Schémas de principe présentant les débits du canal et des affluents pour le scénario hivernal (à gauche) et printanier (à droite)	20
Figure II-5 : bilans des flux aux exutoires issus du rapport SINERGI	21
Figure II-6 : zone d'influence des recharges de la nappe (source: symcrau).....	21
Figure II-7 : Résultats issus des études du BRGM.....	23
Figure II-8 : Localisation des zones humides et des relations ZH-nappe.....	24
Figure III-1 : localisation des points de mesure de débit	27
Figure III-2 : Débits mesurés en juillet et octobre 2025	28
Figure IV-1 : débits et niveaux au barrage anti-sel en fonction de la position du clapet	33

ANNEXES

ANNEXE 1 : Rapport phase 1 – Synthèse des connaissances de l'étude globale sur la ressource en eau brute du GPMM, janvier 2026, setec hydratec

ANNEXE 2 : Rapport de mesures trimestrielles, 2026, setec hydratec

I. OBJET ET CONTEXTE DE LA NOTE

I. 1. Cadre et portée de la note

Cadre de la note :

Le GPMM est aujourd'hui autorisé à prélever de l'eau dans le canal d'Arles à Fos dans le cadre d'une déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat datant de 2006. Cette eau est destinée à un usage industriel. Le volume annuel de prélèvement actuellement autorisé est de 25 Mm³. L'implantation des futurs projets Neocarb, H4, Gravithy, Innovex, Marcegaglia, Medhyterra et DEOS sur la zone industrielle de Fos augmenterait de 15.7M m3 le volume actuellement prélevé à horizon 2030, date estimée du pic de consommation d'eau des process industriels du projet après montée en charge.

Le phasage des différents projets est présenté dans le tableau ci-dessous.

	Consommation annuelle (Mm3/an)	Débit moyen (m3/h)	Débit max (m3/h)	Débit max (l/s)	Mise en service prévisionnelle	Consommation totale ZIF - Production Station du Vigueirat
NEOCARB - phase 1	5000	0	400	111	2026	23005000
H4 chanthier - phase 1	876000	10	50	14	2027	23881000
GRAVIHY - travaux	1450000	15	15	4	2027	25331000
INNOVEX	500000	240	240	67	2027	25831000
H4 chanthier - phase 2	438000	50	100	28	2028	25393000
H4 chanthier - phase 3	876000	100	250	69	2029	25831000
GRAVIHY - phase de lancement	1300000	500	500	139	2029	25681000
NEOCARB - phase 2	5000000	625	875	243	2029	30676000
MARCEGAGLIA	3500000	785	1550	431	2029	34176000
MEDHYTERRA	1000000	200	250	69	2029	35176000
H4 chanthier - phase 4	876000	100	250	69	2030	35176000
H4 chanthier - production	1600000	300	550	153	2030	35900000
DEOS	200000	100	200	56	2030	36100000
GRAVITHY	2600000	500	500	139	2030	38700000

Tableau I-1 : évolution des prélèvements d'eau en fonction du phasage des projets connus à date.

La présente note s'inscrit dans le cadre du dépôt du dossier de demande d'autorisation des prélèvements des projets industriels mentionnés ci-dessus.

Cette note a donc pour objet de présenter à date l'état actuel des connaissances de fonctionnement de l'hydrosystème et les hypothèses retenues pour l'évaluation des effets potentiels des prélèvements découlant de cet état de connaissance. En complément, sont également présentées une projection sur les compléments d'études à venir engagés par le GPMM et les perspectives en découlant.

À ce titre, elle vise à :

- Expliciter le cadre et la portée de la présente note ;
- Présenter le fonctionnement de la station de pompage du Vigueirat et de ses ouvrages connexes
- Présenter les principales conclusions des études déjà réalisées ;
- Exposer les hypothèses structurantes retenues à ce stade ;
- Préciser la démarche méthodologique en cours et à venir pour conforter ces hypothèses.

Limites d'utilisation de la note :

Les éléments présentés dans la note sont basés sur les conditions de fonctionnement de l'hydrosystème et la bibliographie en l'état actuel des connaissances. Les informations fournies et collectées sont supposées être exactes, notamment celles collectées lors des entretiens et des visites. Pour cela, cette étude ne peut prétendre à l'exhaustivité.

D'autre part, cette note est indissociable des documents [1] et [2] (cf. paragraphe I. 2). Elle n'a pas vocation à se substituer aux différents rapports d'études, en cours ou déjà réalisés, auxquels il convient de se référer pour l'exhaustivité des analyses, des données, des méthodes et des résultats.

Enfin, tout élément nouveau mis en évidence à posteriori de la présente note pourrait rendre caduques certaines hypothèses et conclusions présentées dans la note.

Portée règlementaire de la note :

Le prélèvement dans un canal est régi par la nomenclature 1.2.1.0 fixée à l'article R214-1 du code de l'environnement. Au regard de la réglementation et de la situation existante, 3 procédures sont possibles :

- 1/ Augmentation jugée non notable, envoi d'une note descriptive aux services pour actualiser le prélèvement et justifier de l'absence d'incidence.
- 2/ Augmentation jugée notable mais non substantielle, envoi d'un porter à connaissance précisant les incidences (ou leur absence) avec les mesures ERC mises en place.
- 3/ Augmentation jugée substantielle, demande d'une nouvelle autorisation avec les mesures ERC mises en place.

La notion de « substantialité » est appréciée par les services instructeurs au regard du débit prélevé ou de la capacité du canal. Elle est aussi fonction de l'état actuel de l'hydrosystème, mais aussi de son état futur (en fonction des études disponibles).

Les études en cours menées par le GPMM doivent permettre, parmi les objectifs finals, d'évaluer l'état futur de l'hydrosystème après l'augmentation des prélèvements et donc d'apprécier la notion de « substantialité ». A ce jour le GPMM s'est engagé dans une démarche de demande d'une nouvelle autorisation qui sera déposée à la fin des études en cours (point 3 cité ci-dessus).

I. 2. Documents de référence

La présente note s'appuie sur les documents suivants :

- [1] Rapport phase 1 – Synthèse des connaissances de l'étude globale sur la ressource en eau brute du GPMM, janvier 2026, setec hydratec (cf. annexe 1) ;
- [2] Rapport de mesures trimestrielles, 2026, setec hydratec (cf. annexe 2),
- [3] Projet CARBON Note EAU pour DAE Carbon, 2024, GPMM
- Et tous les documents cités dans les deux rapports ci-avant.

Ces documents constituent le socle technique et scientifique de la note à ce stade de son élaboration. Ils sont annexés à la présente note.

I. 3. Résumé des hypothèses actuellement retenues par le GPMM

Les premiers résultats de l'étude globale ont permis de déterminer quatre grands types de fonctionnement et de relations hydrauliques du canal d'Arles à Fos. Elle a aussi permis de confirmer certaines hypothèses et de mettre en évidence la nécessité d'apporter des précisions pour certaines.

Le BRGM et le SYMCRAU ont validé, lors du COTECH du 2 mars 2026 en présence de la DREAL et de la DDTM, les hypothèses de fonctionnement présentées ci-dessous au regard de l'état actuel des connaissances, sous réserve d'analyse de données complémentaires.

- **Fonctionnement hydraulique propre du canal.**
 - Hypothèses validées :
 - Le canal est un plan d'eau régulé dont les niveaux sont réglementés par arrêté préfectoral.
 - Le maintien de ces niveaux permet d'assurer le rôle fonctionnel du canal.
 - Hypothèses à préciser :
 - Capacité des outils de régulation à maintenir les niveaux réglementaires sous la contrainte du changement climatique.
 - Marge présente au regard des débits calculés sortant au barrage anti-sel mais à confirmer par la modélisation.
- **Relations canal – eaux souterraines.**
 - Hypothèse validée :
 - Absence de relation nappe canal dans le tronçon aval où se situe la station de pompage.
 - Hypothèse à préciser :
 - Probabilité d'une part d'alimentation du canal par la nappe de façon diffuse existante mais nécessitant des études complémentaires.
 - Probable absence d'incidence de l'augmentation des prélèvements sur la nappe.
- **Relations canal – biseau salé.**
 - Hypothèses validées :
 - Le positionnement du biseau salé est indépendant de la gestion par les outils de régulation du GPMM et dépend essentiellement du niveau marin et de la charge hydraulique de surface et souterraine.
 - La charge hydraulique de surface et souterraine est dépendante du maintien des niveaux dans le canal et l'étang du Landre.
 - Hypothèses à préciser :
 - Le maintien des niveaux d'eau du canal et du Landre aux côtes réglementaires permet d'assurer l'absence d'incidence des prélèvements supplémentaires sur le positionnement du biseau salé.
- **Relations canal – zones humides et plan d'eau du Landre.**
 - Hypothèses validées :
 - Les zones humides sont dépendantes des apports amonts.
 - Le canal est l'exutoire des excédents d'eau des zones humides.
 - Le canal n'est utilisé que ponctuellement pour compléter les besoins de la Réserve Naturelle des Marais du Vigueirat
 - Hypothèse à préciser :
 - Le maintien des niveaux d'eau du canal et du Landres par les outils de régulation du GPMM permet d'assurer l'absence d'incidence de l'augmentation des prélèvements sur les zones humides.

Sur la base de ces éléments, les premiers résultats de l'étude ont permis de définir la problématique principale liée à l'augmentation des prélèvements par le GPMM :

Capacité des outils de régulations (barrage anti-sel, ouvrage du Galéjon, station de pompage) à maintenir les niveaux réglementaires du canal et de l'étang du Landre :

- **Maintien du rôle fonctionnel du canal.**
- **Maintien de la charge hydraulique de surface.**

Si cette capacité est démontrée, l'impact de l'augmentation des prélèvements est susceptible d'être considéré comme non significatif.

En l'état actuel des connaissances, et sous réserves des études complémentaires dont les résultats sont attendus fin 2026, début 2027 et seront versés à la Demande d'Autorisation Environnementale incluant l'ensemble des prélèvements prévus sur la Zone Industrielle Portuaire de Fos-sur-Mer, **nous estimons raisonnable l'hypothèse que les outils de régulation du GPMM (Barrage antisel, Ouvrage du Galéjon, Station de pompage) seront en mesure de maintenir les niveaux réglementaires du canal et de l'étang du Landre malgré l'augmentation des prélèvements.**

Pour autant cette capacité est fortement dépendante des apports d'eau amont soumis aux changements climatiques. Cette capacité à long terme va être questionné dans l'étude globale que mène le GPMM par :

- Des scénarios de changements climatiques et globaux établis en concertation avec les acteurs du territoire.
- La consolidation des hypothèses ci-dessus formulées au termes de la campagne de mesures.

Pour l'heure, au regard des éléments présentés ci-avant, ceux de la note globale et de la synthèse générale des connaissances présentés en annexe, les prélèvements supplémentaires générés pour les besoins des projets industriels considérés apparaissent compatibles avec le fonctionnement global du système d'alimentation du Canal d'Arles à Fos.

I. 4. La station de pompage du Vigueirat

I. 4. 1. Présentation et description de la station de pompage et de ses ouvrages connexes

Le GPMM assure la production et la distribution en eau industrielle (EI) depuis la station de pompage du Vigueirat mise en service en 1972.

En complément de la station de pompage, le système comprend deux ouvrages connexes : l'ouvrage de contrôle du Galéjon situé en amont hydraulique de la station de pompage et le barrage anti-sel situé en aval hydraulique de la station de pompage (cf. Figure I-2).

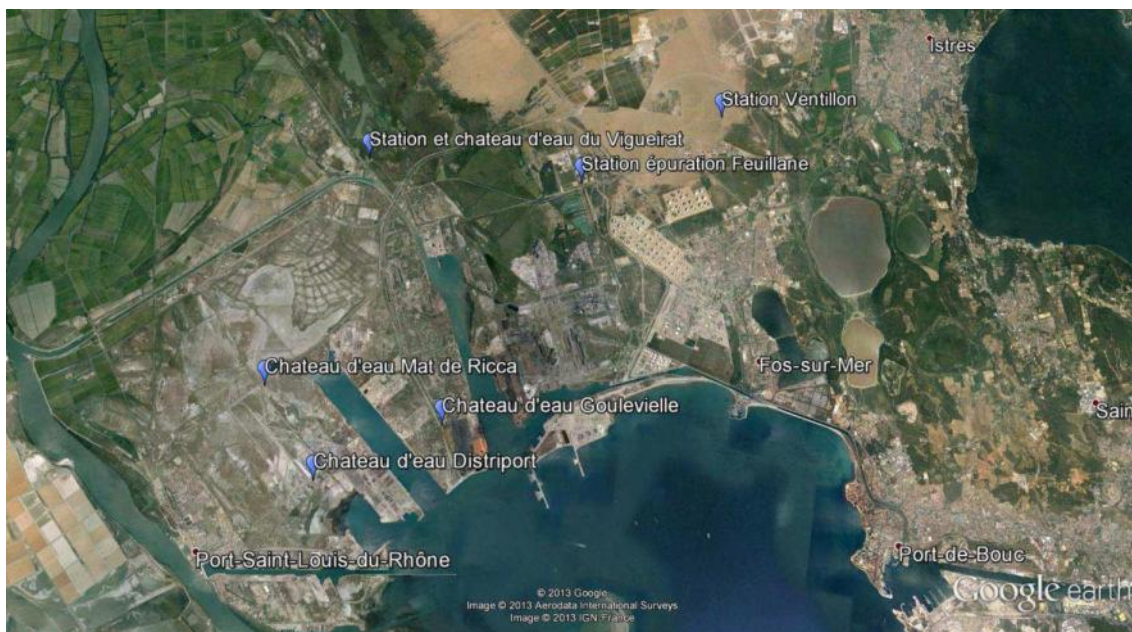


Figure I-1 : plan de situation de la station de pompage du Vigueirat



Figure I-2 : plan de situation de la station de pompage du Vigueirat et de ses ouvrages connexes

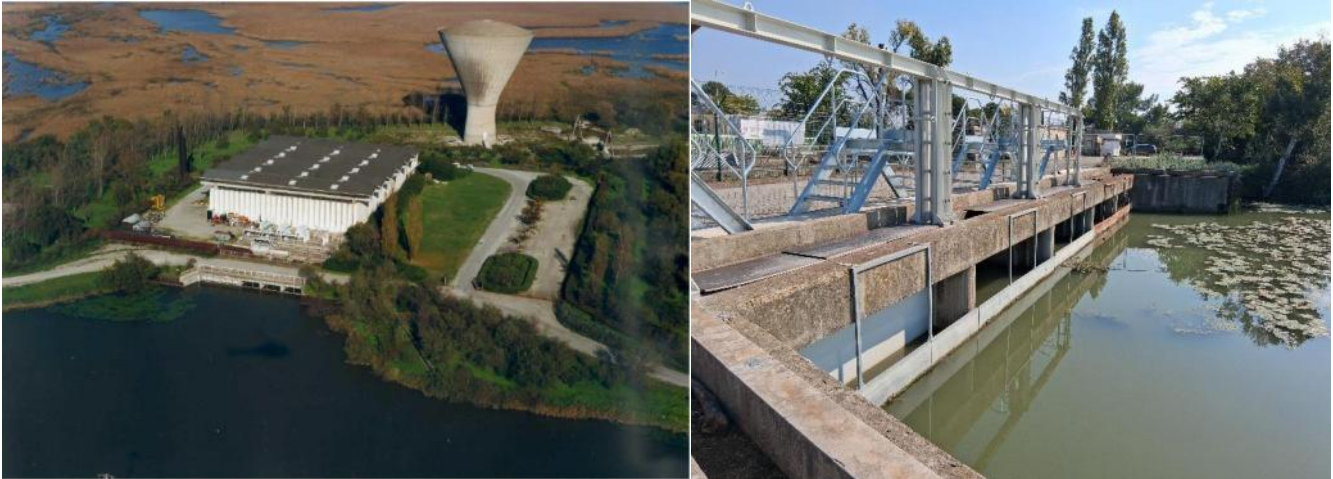


Figure I-3 : Station de pompage du Vigueirat avec son château d'eau et entonnement à droite

La station de pompage est capable d'assurer un débit de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ par l'intermédiaire d'une seule pompe fonctionnant en continu. La station comporte 9 pompes mais ne dispose d'une capacité énergétique ne permettant de faire fonctionner que 3 pompes en même temps.



L'eau est pompée dans les eaux superficielles du canal d'Arles à Fos, en amont du barrage anti-sel garantissant le puisage d'eau douce.

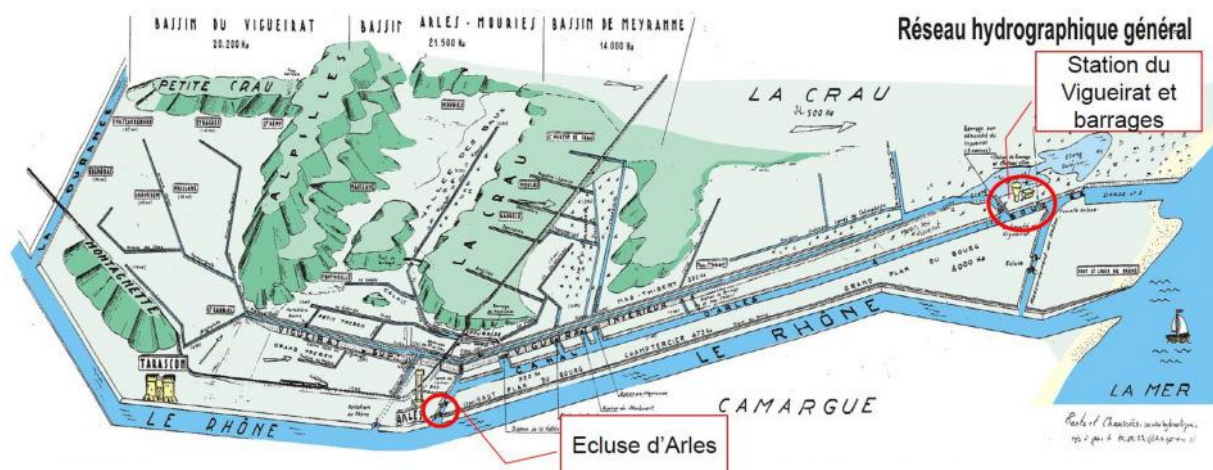


Figure I-4 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)

I. 4. 2. Fonctionnement et régulations

Le fonctionnement des installations est entièrement automatique en fonction du débit appelé dans le réseau. La commande automatique des démarrages ou arrêt des pompes est asservie à une mesure de niveau continue dans le château d'eau. Ce château d'eau, d'environ 45 mn d'autonomie, sert principalement au maintien en pression du réseau.

En cas de défaillance de la mesure en continu (information analogique) elle est automatiquement remplacée dans ses fonctions par la mesure de niveau par paliers. De plus, la commande automatique est assurée par deux automates identiques redondants. Chaque automate peut assurer le fonctionnement intégral de la station.

Le fonctionnement de la station et des ouvrages connexes est centralisé dans la salle de commande et de contrôle de la station, située au premier étage du bâtiment annexe. Tous les instruments de commande et de contrôle y sont regroupés et permettent à l'exploitant de connaître à chaque instant l'état des principaux appareils de l'installation. Des enregistreurs multipistes permettent de garder trace d'un certain nombre de mesures analogiques (débits, pressions, tensions d'alimentation, etc.).

En complément, cette salle de commande et de contrôle assure également la télésurveillance d'autres installations à conduite automatique :

- station de pompage d'eau domestique du Ventillon
- station de relevage des Eysselles
- ouvrage de régulation de niveau du Galéjon

Les automatismes et régulations permettent, selon l'exploitant de la station, de confirmer les points suivants :

- Le niveau du canal n'est jamais descendu en-dessous de la cote réglementaire, que le barrage soit ouvert ou fermé.
- Le maintien des niveaux ne s'apparente pas à un système de sécurité. C'est un programme informatique qui maintient le barrage fermé quand la hauteur est inférieure à 0.25m NGF et/ou si le niveau de la mer est supérieur au niveau du canal.
- Les vannes de crues assurent l'évacuation de l'eau en surplus si le niveau est trop haut et sont mobilisées si le clapet central est hors service.
- Les pompes s'arrêtent automatiquement à partir d'un niveau critique au niveau des bâches d'aspiration. Ce n'est pas en lien avec le niveau bas du canal qui n'a jamais été atteint.

- En cas d'alimentation défaillante le stockage ne permet pas d'alimenter les industriels en eau suffisamment longtemps pour leur propre mise en sécurité.
- L'ajout d'industriel ne change rien aux procédures d'urgence en cas de coupure.
- La refonte du système de pompage de la station (qui a fait l'objet d'un porté à connaissance) a permis de créer un circuit de secours en cas de défaillance du château d'eau (ou pour l'entretien de celui-ci) ou de défaillance du circuit principal. Ce circuit de secours entrera en service en avril 2026.

I. 4. 3. Réseau de surveillance de la station et de ses ouvrages connexes

La station de pompage et ses ouvrages connexes sont équipés d'un réseau de surveillance, dont les données sont reportées et archivées dans le système de contrôle-commande de la salle de commande et de contrôle de la station. Ce réseau comprend (cf. Figure I-5) :

- Une mesure de niveau dans le canal d'Arles à Bouc au niveau des pertuis à l'entrée de la station de pompage
- Une mesure de niveau immédiatement en amont des vannes du Galéjon
- Une mesure de niveau dans le canal d'Arles à Bouc en aval du barrage anti-sel côté mer
- Une mesure de conductivité dans le canal d'Arles à Bouc au niveau des pertuis à l'entrée de la station de pompage
- Une mesure de conductivité immédiatement en amont des vannes du Galéjon
- Une mesure de conductivité dans le canal d'Arles à Bouc en amont du barrage anti-sel côté station de pompage.



Figure I-5 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage

I. 4. 4. Historique des prélèvements

Le tableau ci-dessous fait état des volumes consommés (facturés aux industriels de la ZIP) et produits (prélevés dans le canal) sur cette période.

EAU INDUSTRIELLE PRODUCTION SREO				
Année	Volumes consommés (m3)	Volumes produits (m3)	Rendement	
2014	21 065 253	21 299 400	99%	
2015	22 353 402	20 959 800	107%	Erreur relèves
2016	21 930 180	24 042 100	91%	
2017	21 266 690	23 691 600	90%	
2018	21 855 150	23 680 800	92%	
2019	27 097 167	25 108 419	108%	Erreur relèves
2020	21 229 168	22 639 593	94%	
2021	22 254 878	24 734 873	90%	
2022	22 625 492	26 400 406	86%	
2023	24 056 667	24 839 864	97%	

Tableau I-2: volumes d'eau consommés et produits par la station du Vigueirat entre 2014 et 2023. Source GPMM

La moyenne annuelle des volumes consommés est de 22.6 Mm³ avec deux erreurs de relèves en 2015 et 2019, et une rupture de canalisation en 2023 (perte de 2 M m³ cette année-là) qui conduisent à une surestimation des volumes consommés.

La moyenne des volumes produits est de 23,74 Mm³ par an, les pics de production en 2019 et 2022 sont dus à des ruptures dans le réseau de distribution.

La production moyenne annuelle sur la période 2014-2023 est donc restée stable et inférieure au volume autorisé de 25 Mm³/an, malgré les incidents structurels.

I. 4. 5. Prélèvements de secours dans le Landre

La prise d'eau dans l'étang du Landre, mentionnée dans la déclaration d'existence de la station, est prévue pour une utilisation en cas de pollution accidentelle du canal d'Arles à Fos. Dans le cadre des procédures d'exploitation de la station, elle est mise en œuvre une fois par an.

Année	2021	2022	2023	2024	8 jours 19/02/2025 au 26/02/2025 inclus	7 jours 25/12/2025 au 31/12/2025 inclus
Volumes transférés (m3)	57 534	57 534	57 534	57 534	230 137	201370
Volumes produits EI (m3)	24 734 873	26 400 406	24 839 864	22 165 677	20 942 432	
% des volumes Landres par rapport aux volumes EI produits	0,23	0,22	0,23	0,26	2,06	

Tableau I-3 : volumes d'eau prélevés par la prise d'eau du Landre entre 2021 et 2025. Source GPMM

Les 57 534 m³ correspondent à une journée de transfert dans le cadre des procédures d'exploitation (procédure test de fonctionnement annuel). À la suite des épisodes de salinisation du canal d'Arles à Fos en 2025, la prise d'eau a été mobilisée 8 jours en février 2025 et 7 jours en décembre 2025 (tableau I-3).

Des campagnes de mesure de salinité le long du canal et de ses affluents sont menées par les équipes de la station afin d'identifier les causes de ces épisodes. Dans l'attente des résultats et avant la mise en place de mesures de prévention, nous envisageons que des prélèvements équivalents à ceux de 2025 puissent être nécessaires. Pour autant, aux vues des faibles volumes concerné et le fonctionnement automatisé du barrage du Galéjon permet le maintien des niveaux réglementaires de l'étang Landre lors de ces épisodes limitant les risques d'impact sur les milieux.

I. 4. 6. Documents réglementaires et autorisation de prélèvements

Le système de pompage ayant été construit dans les années 1970 (Permis de Construire du 04/08/1971), une régularisation au titre de la loi sur l'eau du 3 Janvier 1992 et de l'ordonnance du 18/07/2005 portant simplification, harmonisation et adaptation des polices de l'eau et des milieux aquatiques, de la pêche et de l'immersion des déchets a été réalisée au travers de l'instruction d'un dossier de déclaration d'existence déposé au titre du Code de l'Environnement Article 41 du décret n°93-742 auprès de la préfecture des Bouches du Rhône en novembre 2006.

Sur cette base, les prélèvements dans le canal d'Arles à Fos et la distribution de l'eau industrielle sur la ZIP ont été autorisés au titre d'une reconnaissance d'antériorité conformément à l'article R.214-53 du code de l'environnement (cf. récépissé de déclaration n°11-2006 ED du 21 aout 2007 joint en annexe).

I. 5. Etude de faisabilité d'une interconnexion avec le réseau de la SCP

Le GPMM a sollicité la SCP pour étudier la faisabilité d'une alimentation complémentaire de son réseau à partir du réseau SCP de Berre.

Les réserves de la concession régionale du Canal de Provence, tranches d'eau réservées dans les barrages de Sainte Croix (140 Mm³) et Castillon (85 Mm³), ainsi que la réserve de Bimont (25 Mm³ théoriques), ont jusqu'ici été relativement peu mobilisées. Au cours de l'été 2022, année la plus sèche depuis la construction du barrage de Sainte Croix, le destockage constaté après 18 mois de sécheresse historique a atteint 110 Mm³ (soit 45% des 250 Mm³ disponibles décrits ci-avant).

Ainsi, la SCP estime ainsi qu'elle est en mesure de mobiliser jusqu'à 55% de son stock actuel, soit 140 millions de m³ qui représente plus de trois fois le volume théorique total des futurs prélèvements du GPMM sachant que ce volume à fournir pour les usages industriels pourrait être réduit de 20% en période de restriction. Cette capacité apparait largement supérieure au besoin du GPMM (voir Annexe X)

En particulier dans le cadre de cette première évaluation, la SCP conclut d'une part que la SCP dispose de suffisamment des ressources pour alimenter le GPMM, y compris à l'horizon 2035/2040, et d'autre part qu'un débit de 400 l/s pourrait être fourni avec une pression dynamique de 15 mCE en amont de la station de pompage du Vigueirat via une canalisation en DN600 de 15 km de long depuis le réseau SCP de Berre Ouest, et ce sans préjudice sur le réseau de la SCP. Ce débit représente un volume annuel d'environ 12.6 Mm³.

Cette évaluation sera complétée à court terme par une analyse détaillée des conditions de mise en place d'une canalisation entre le réseau de la SCP et celui du GPMM : débit, diamètre de canalisation, tracé de la canalisation, analyse technique, foncière, environnementale et réglementaire, évaluation des coûts d'investissement et calendrier de réalisation.

I. 6. Note d'analyse DREAL des économies d'eau possible par les industriels de la ZIP

Une note mise à jour le 26 avril 2024 par les services de la DREAL présente des éléments permettant d'envisager à terme une réduction des prélèvements actuels du GPMM à destination de ses trois principaux consommateurs dans le cadre du Plan de Sobriété Hydrique (PSH).

Cette note envisage des réductions de volume de prélèvement à hauteur de 1,64 Mm³/an à l'horizon 2027.

A ces chiffres s'ajoutent des objectifs, dont les projets ne sont pas encore sécurisés, prévoyant une réduction complémentaire de 0,26 Mm³/an à l'horizon 2028 et 2,7 Mm³/an d'économie supplémentaire à l'horizon 2030.

Ces projets constituent donc une économie prévisionnelle de 1.64 Mm³/an à l'horizon 2027 avec une hypothèse d'économie de 4.6 Mm³/an à l'horizon 2030.

Au regard de la production moyenne sur la période 2014-2023 du GPMM, soit 23,74 Mm³/an, la réduction de consommation à l'horizon 2027 conduirait à un prélèvement annuel moyen de 22.1 Mm³/an. Le pic de consommation attendu en 2030 par l'ensemble des projets présentés dans cette note se situent en amont des efforts demandés par les services de l'Etat qui doivent conduire à réduire la consommation d'eau des industriels.

En complément de cette approche d'économie d'eau par les PSH, il est également demandé par la DREAL aux porteurs de projet de mettre en place dans leur process les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) concourant à la limitation des consommations d'eau.

II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE ET SYNTHÈSE DES ENTRETIENS

II. 1. Fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos et de ses affluents

Le fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos repose sur un système régulé dont l'objectif est double :

- Assurer le drainage des apports continentaux ;
- Garantir la protection contre les intrusions salines, tout en maintenant les niveaux compatibles avec les usages industriels, agricoles et environnementaux.

II. 1. 1. Nature du fonctionnement hydraulique

Le canal d'Arles à Fos, également appelé canal d'Arles à Bouc, a été construit entre 1827 et 1842 afin d'assécher les marais du Pays d'Arles, de contourner les embouchures instables du Rhône et de développer le transport de marchandises vers Marseille et Toulon. Conçu initialement comme voie navigable alimentée par le Rhône, il était calibré avec de hautes berges en terre et organisé en trois biefs séparés par les écluses d'Arles, de Montcalde et de l'Étourneau.

Le recalibrage du canal entre 1964 et 1968 a entraîné la suppression des écluses de Montcalde et de l'Étourneau. Déclassé dans les années 1970, il a définitivement perdu sa fonction navigable en 1983 avec l'achèvement du canal du Rhône à Fos. La mise en service du barrage anti-sel en 1984 a fermé l'accès au golfe de Fos et transformé le canal en un système hydraulique régulé dédié à la gestion de l'eau douce.

Son alimentation provient principalement des rejets agricoles gravitaires de la plaine de la Crau, eux-mêmes liés aux apports duranciens et au fonctionnement de la nappe de Crau. Le canal joue ainsi un rôle structurant de collecteur de drainage, fortement dépendant du cycle d'irrigation (mars–octobre) et des précipitations.

Le canal prend naissance en rive gauche du Rhône, au sud-ouest d'Arles, puis longe la limite entre Crau sèche et Camargue humide, sur un plateau compris entre le massif de la Crau et la mer Méditerranée. Long de 34,5 km, il présente une pente très faible ($\approx 0,002\%$), avec une cote amont de +1,00 m NGF à Barriol et une cote aval de +0,35 m NGF au barrage anti-sel (cf. Figure II-1). Cette faible déclivité implique un régime quasi-lentique, dont les niveaux sont principalement contrôlés par les apports latéraux et par la régulation aval assurée par le barrage anti-sel, situé entre la station de pompage du Vigueirat et la connexion au canal de navigation du Rhône à Fos-sur-Mer.

Dimensions caractéristiques :

- Cote fond amont : - 2.33 mNGF au niveau de l'exutoire du canal de la Vallée des Baux
- Cote de fond aval : - 3.5 mNGF
- Largeur en gueule en amont : 25 m en moyenne
- Largeur en gueule en aval : 30 m en moyenne et 50 m environ au niveau du barrage anti-sel
- Talus 2/1

Des relevés bathymétriques vont être lancés par le GPMM pour confirmer ces caractéristiques dimensionnelles du canal.



Figure II-2 : Ouvrages de régulations fonctionnels sur le canal d'Arles à Fos

Le cadre d'exploitation de ces ouvrages est fixé par l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013, qui encadre strictement les niveaux d'eau dans le canal. En régime courant, le niveau amont est maintenu à +0,10 m au-dessus du niveau marin, avec une cote minimale de +0,25 m NGF, principalement régulée par le barrage anti-sel.

Comme indiqué au paragraphe I. 4. 2, **le niveau du canal n'est jamais descendu en-dessous de la cote réglementaire**, que le barrage anti-sel soit ouvert ou fermé.

Ces consignes ne relèvent pas d'un simple objectif technique : elles traduisent un compromis hydraulique historique visant à répondre à plusieurs enjeux :

- le ressuyage des terres agricoles irriguées ;
- la préservation des zones humides et des milieux naturels associés ;
- la prévention des intrusions salines depuis le milieu marin.

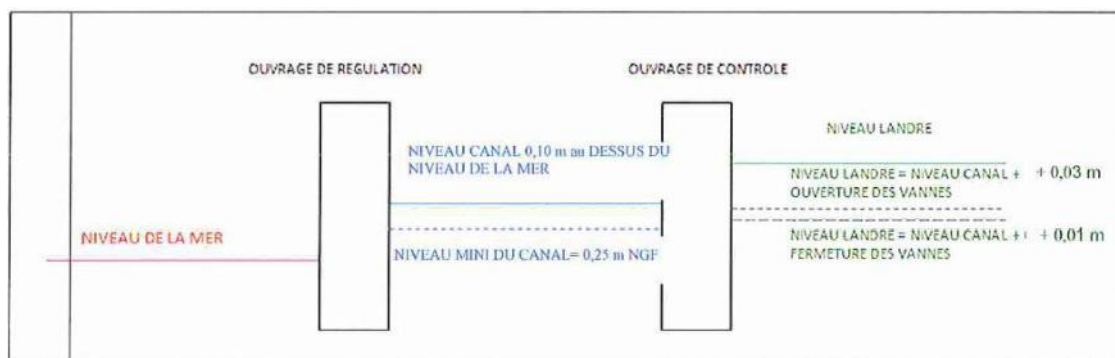


Figure II-3 : Consignes de l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013

Ainsi, le maintien de ces niveaux réglementaires constitue un paramètre structurant du fonctionnement hydraulique local. Il conditionne à la fois les écoulements superficiels, les échanges avec les milieux adjacents et la gestion qualitative de l'eau.

Depuis la fermeture de l'écluse d'Arles en 2022 (anciennement supposé en connexion avec le Rhône), le canal fonctionne exclusivement sous régime continental.

Le débit restitué à la mer correspond à :

$$Q_{mer} = Q_{amont} - Q_{pompage}$$

Ce débit est toutefois conditionné par la consigne de régulation du barrage anti-sel, et ne reflète pas uniquement une dynamique naturelle.

Synthèse:

Le canal d'Arles à Fos fonctionne comme un réservoir linéaire régulé à niveau quasi constant, dont les débits sortants sont contrôlés.

II. 1. 3. Variabilité saisonnière des débits

Les données calculées issues de l'étude BCEOM (2007) et définies à partir d'une modélisation numérique montrent (cf. Figure II-4) :

- un débit environ deux fois plus élevé au printemps qu'en hiver ;
- un débit amont de 6,53 m³/s en hiver contre 11,68 m³/s au printemps ;
- une forte dépendance aux apports agricoles et au ressuyage de la nappe de Crau.

Ces schémas de principes seront consolidés par les résultats du programme de mesure, s'étalant sur une année complète, actuellement mis en place par le GPMM.

Les premiers résultats issus de ce programme de mesure sont présentés aux points III.2 et IV.5 du présent document. Ils montrent une cohérence globale des débits calculés par le BCEOM et mesurés dans le cadre de notre étude. Les écarts existants s'expliquent par des différences méthodologiques.

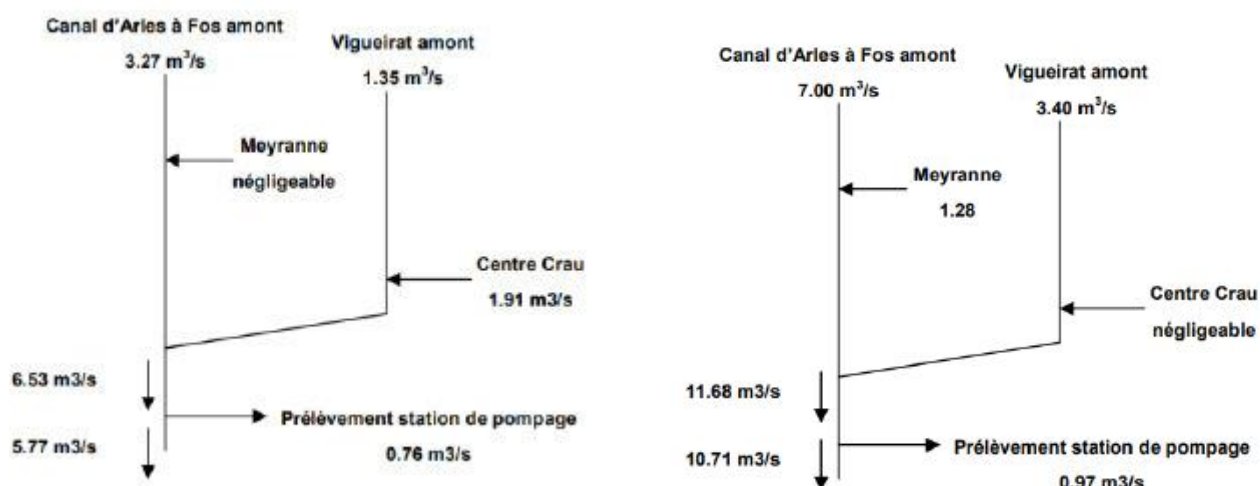


Figure II-4 : Etude BCEOM 2007 : Schémas de principe présentant les débits du canal et des affluents pour le scénario hivernal (à gauche) et printanier (à droite)

II. 2. Relations canal - eaux souterraines

Les études (SIMBA et GAMBAS) conduites par le BRGM se sont concentrées sur l'analyse du biseau salé dans le tronçon aval du canal, au droit du barrage anti-sel. Sur ce secteur, la piézométrie est principalement influencée par le niveau marin et apparaît décorrélée de la gestion hydraulique du canal.

La modélisation hydrogéologique réalisée en 2020 dans le cadre de l'étude SINERGI par le SYMCRAU met en évidence un flux entrant direct de la nappe vers le canal, estimé à 1,25 m³/s. À l'échelle du modèle, ce flux traduit un rôle drainant du canal vis-à-vis de la nappe. Par ailleurs, le bilan global des flux indique qu'environ 66 % de la recharge de la nappe est liée à l'irrigation gravitaire, tandis que les 34 % proviennent des précipitations.

Mayer et al. 2019, cités dans le rapport intermédiaire de SIMBA, suggèrent qu'une part importante des eaux souterraines s'infiltrent dans le canal d'Arles à Fos confirmant le rôle d'exutoire indiqué dans l'étude SINERGI.

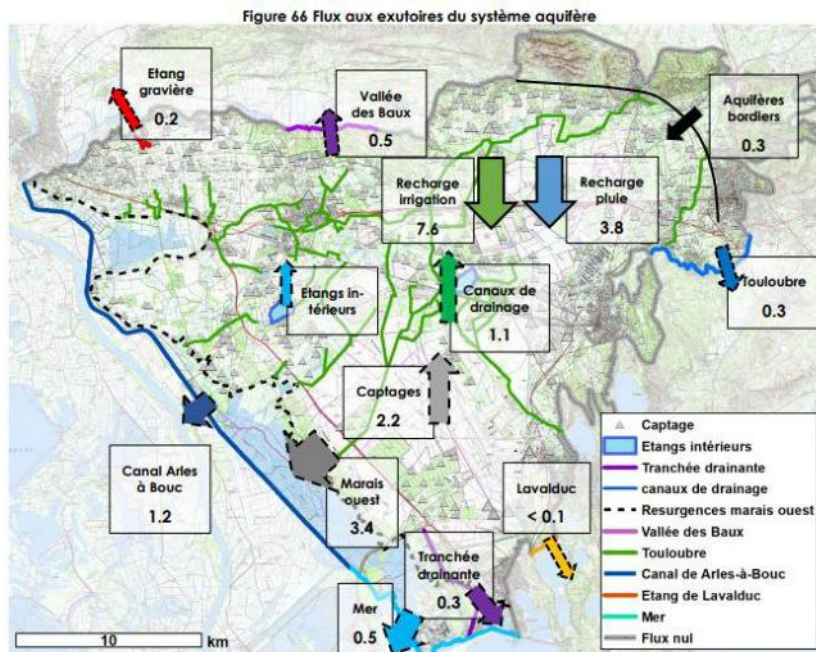
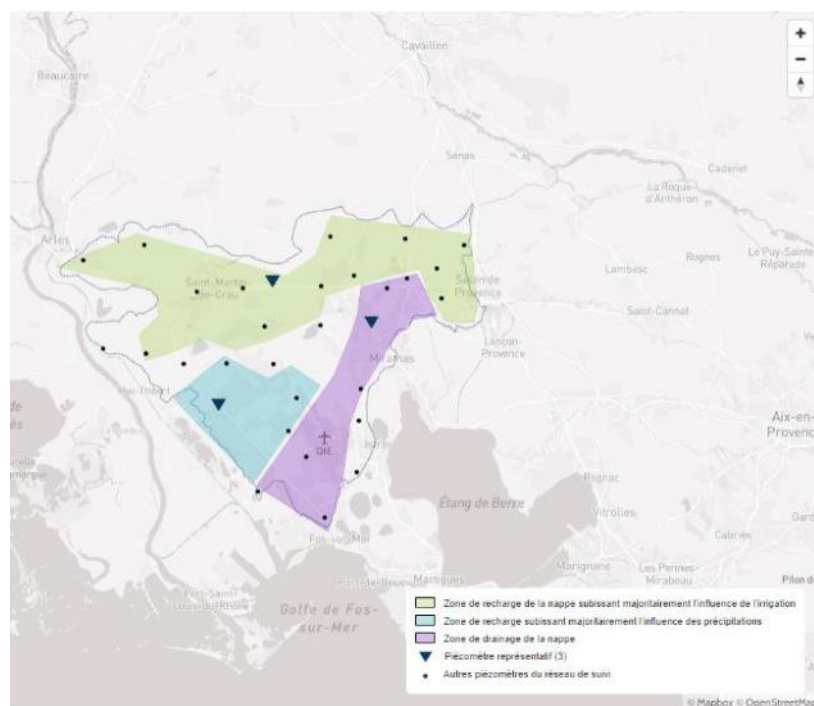


Figure II-5 : bilans des flux aux exutoires issus du rapport SINERGI



Synthèse :

Il existerait un apport direct de la nappe au canal de l'ordre de 1.25 m3/s sans pour autant que ce flux ait pu être localisé et clairement caractérisé.

II. 3. Relations canal - biseau salé

Pour prévenir toute intrusion saline dans le canal, et préserver à la fois la qualité des eaux pompées par la station du Vigueirat mais aussi l'eau d'irrigation des activités agricoles en amont, deux ouvrages assurent de manière complémentaire le maintien des niveaux d'eau dans le canal et l'étang du Landre : l'ouvrage du Galéjon et le barrage anti-sel.

Ces deux ouvrages assurent de manière automatisée :

- Le maintien du niveau du canal à une cote de +0.25 m NGF (barrage anti-sel).
- Le maintien du niveau du Landre à une cote comprise entre +0,27 et +0,32 m NGF (ouvrage du Galéjon).

Ces deux cotes sont prescrites par l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013 portant prescriptions spécifiques relatives à la gestion et à l'exploitation du barrage anti-sel et de l'ouvrage du Galéjon.

Comme indiqué au paragraphe I. 4. 2, **le niveau du canal n'est jamais descendu en-dessous de la cote réglementaire**, que le barrage anti-sel soit ouvert ou fermé.

En 2011, le BRGM a produit un avis technique préliminaire sur l'impact de la gestion de l'ouvrage du Galéjon sur le biseau salé (Gandolfi. 2011) et plus particulièrement pour étudier un abaissement des niveaux du Landre pour favoriser le ressuyage des terres agricoles en amont. Le résultat de cette analyse préliminaire indique qu'un abaissement du niveau du Landre ne permettrait pas un ressuyage des terres efficace, n'aurait pas d'incidence notable sur la station de pompage du Vigueirat et n'aurait pas d'incidence notable sur les intrusions salines. Ce dernier élément a été étudié et confirmé dans le cadre des projets menés par le BRGM : SIMBA (pour le compte du SYMCRAU) et GAMBAS (pour le compte du GPMM).

En 2019 l'étude SIMBA s'attache à mieux comprendre les mécanismes d'intrusion saline et d'évolution du front salé à l'échelle de la basse Crau.

Le rapport intermédiaire du projet SIMBA entérine l'impact des aménagements portuaires dans les années 70 ayant conduit à un déplacement vers l'amont du biseau salé jusqu'à l'équilibre actuel et évoque le rôle du Canal d'Arles à Fos dans le drainage de la nappe.

Le rapport final du projet SIMBA a permis d'identifier les limites actuelles du biseau salé (cf. Figure II-7), le rôle joué par la charge d'eau douce sur son positionnement, l'influence de la géométrie du substratum sur la variabilité spatiale du positionnement de l'interface salée, l'ancienneté de cette masse d'eau salée et son prolongement de la Camargue aux Marais de Meyranne.

En 2021, le projet GAMBAS, complémentaire du projet SIMBA, avait pour objectif de mieux comprendre les liens hydrodynamiques et les transferts potentiels de salinité entre la mer, les eaux douces de surface contrôlées par les ouvrages hydrauliques du GPMM et les eaux souterraines de la basse Crau.

Le rapport définitif du projet GAMBAS met en évidence que la gestion hydraulique actuelle du GPMM n'influence pas le positionnement du biseau salé (qui s'explique par les variations du niveau marin) mais qu'une modification de la charge d'eau douce, souterraine et de surface, l'impacterait.

Cette charge est assurée, en surface, par les apports (indépendants du canal) d'eau dans le Landre et par la gestion hydraulique du GPMM.

L'équilibre actuel vis à vis de la charge d'eau souterraine comprend donc, dans son mécanisme, les rejets directs de la nappe dans le canal à l'aval de la limite du biseau.

Le maintien des niveaux d'eau du Landre et du canal, aux cotes réglementaires, permettra de conserver cette charge d'eau douce.

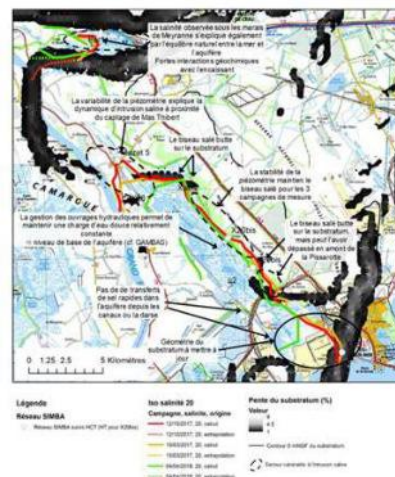
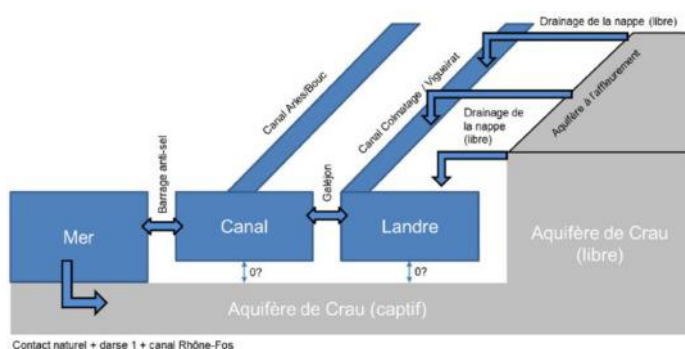


Figure II-7 : Résultats issus des études du BRGM

Synthèse :

Le contrôle du biseau salé dépend plus du maintien de la charge hydraulique de surface et souterraine (grâce à l'irrigation) que de la gestion du canal.

La gestion actuelle (Barrage anti-sel, Ouvrage du Galéjon, Station de pompage) n'a pas d'influence sur le biseau salé.

II. 4. Relations canal - zones humides et plan d'eau du Landre

En amont du canal, toutes les autres fonctions de la nappe et des eaux de surfaces, tant en termes de prélèvements anthropiques que de support de la biodiversité spécifique des zones humides de la Crau par résurgence, sont assurées.

L'étang du Landre est maintenu en permanence à un niveau supérieur au canal par arrêté préfectoral. Il est alimenté par le canal du Vigueirat et ses affluents indépendamment du canal d'Arles à Fos. Son niveau est maintenu par l'ouvrage du Galéjon. Ceci offre une hypothèse raisonnable d'absence d'impact sur le biseau salé de ces prélèvements supplémentaires par le maintien de la charge d'eau douce contribuant à l'équilibre biseau-nappe.

Les caractéristiques hydrologiques des zones humides de la Crau, ainsi que celles de l'étang du Landre, sont directement liées aux niveaux d'eau et aux apports issus de la nappe, notamment via des résurgences. Ces équilibres dépendent principalement des apports amont, qu'ils soient d'origine naturelle (nappe) ou anthropique (irrigation et réseaux associés).

Les prélèvements d'eau dans le canal d'Arles à Fos sont réalisés à l'aval de l'ouvrage du Galéjon, qui constitue l'exutoire de l'étang du Landre. Cette position en aval limite les interactions directes entre les prélèvements et les équilibres hydrauliques internes à l'étang et aux zones humides associées.

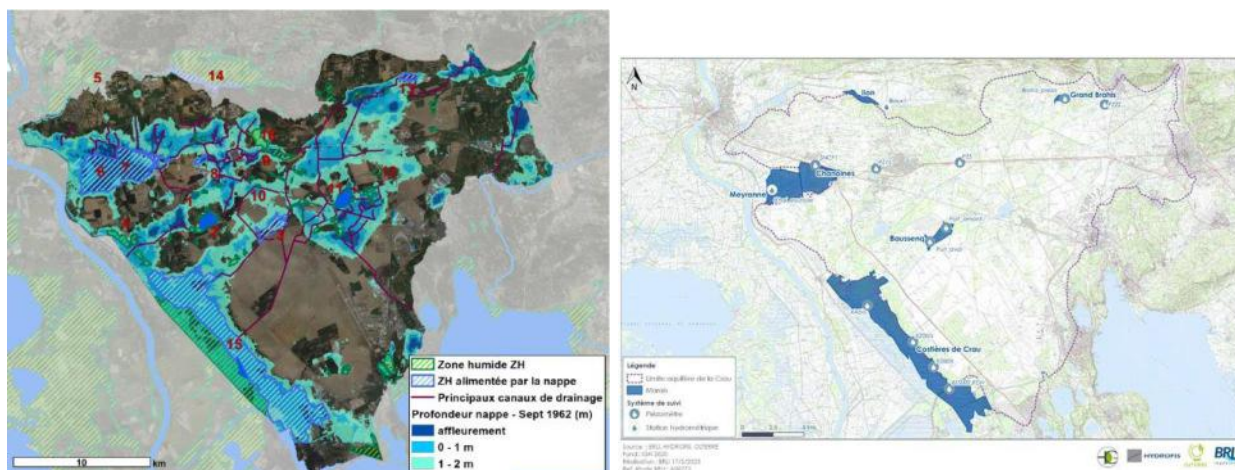


Figure II-8 : Localisation des zones humides et des relations ZH-nappe

Synthèse :

Les zones humides dépendent du fonctionnement du réseau agricole et de la nappe de Crau.

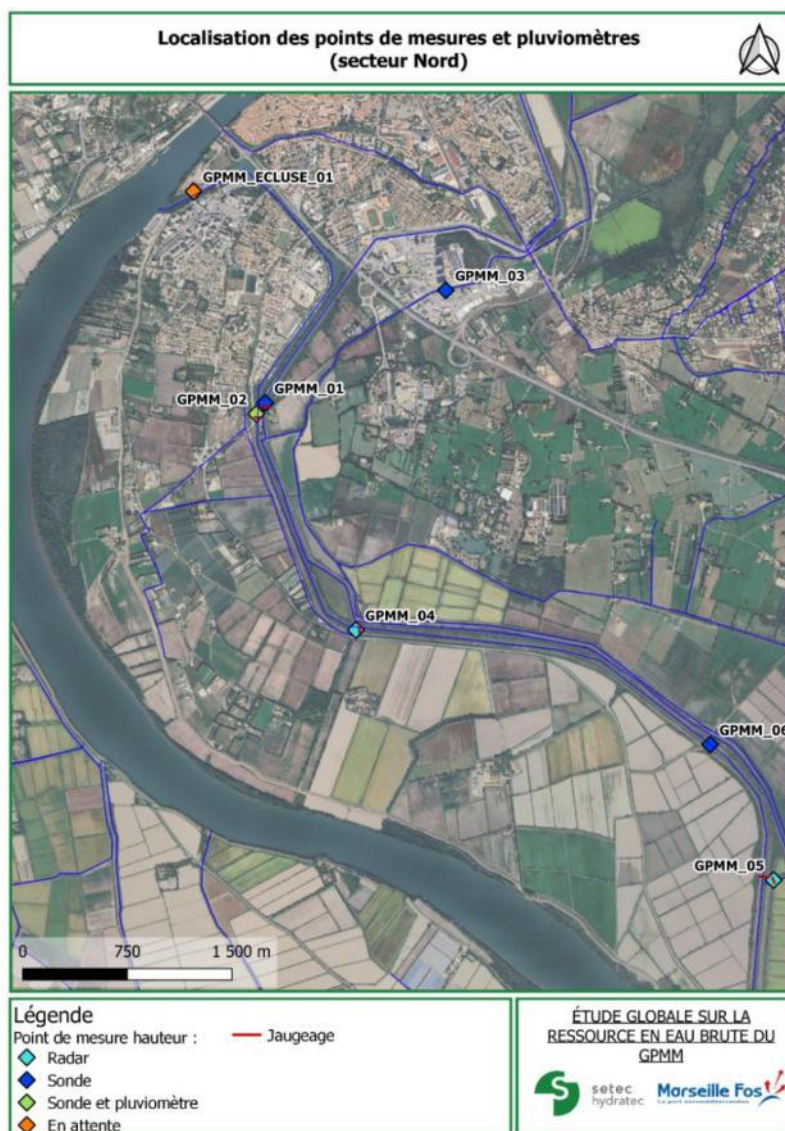
Le canal est l'exutoire principal des excédents d'eau des zones humides.

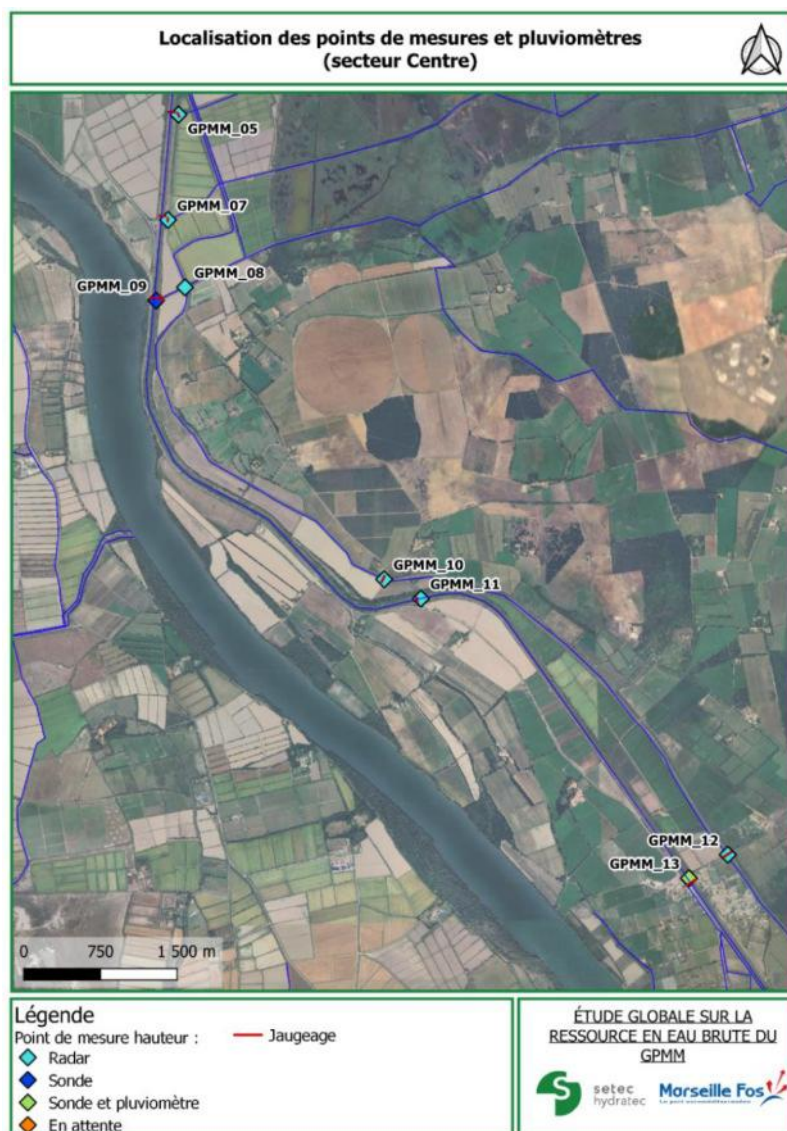
Le canal est utilisé ponctuellement pour compléter les besoins des Marais du Vigueirat alimentés principalement par le canal du Vigueirat.

III. CAMPAGNE DE MESURES

III. 1. Programme

Le programme des campagnes de mesures de débit est décrit et justifié au chapitre II du document [2]. Il porte sur 17 points de mesure entre Arles et le barrage anti-sel (cf. Figure III-1) et s'étale sur une année complète, de juillet 2025 à juillet 2026. A la demande des participants du COTECH de novembre 2025, les campagnes en période des plus basses eaux ont été densifiées (janvier, février et mars 2026).





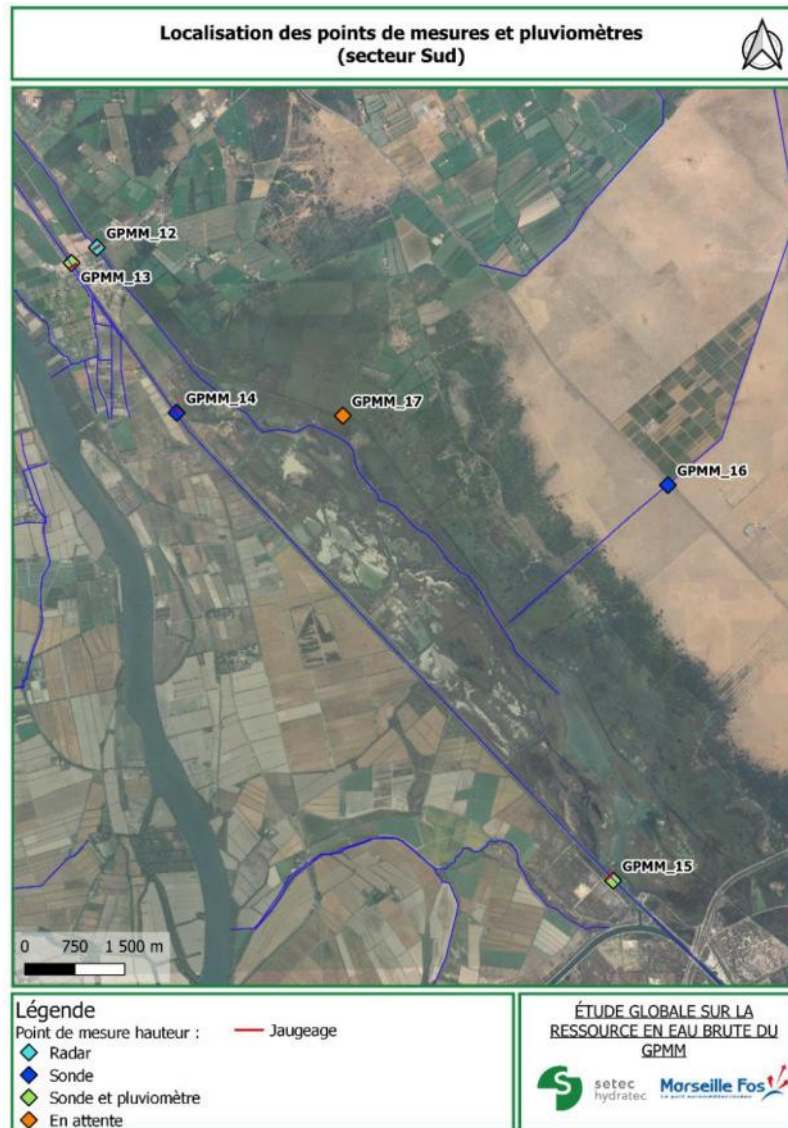


Figure III-1 : localisation des points de mesure de débit

III. 2. Résultats

L'avancement du programme à date est au 2^{ème} trimestre sur les 4 trimestres prévus. La Figure III-2 montre les résultats des campagnes mesure des débits pour les mois de juillet 2025 (Q07) et octobre 2025 (Q10) .

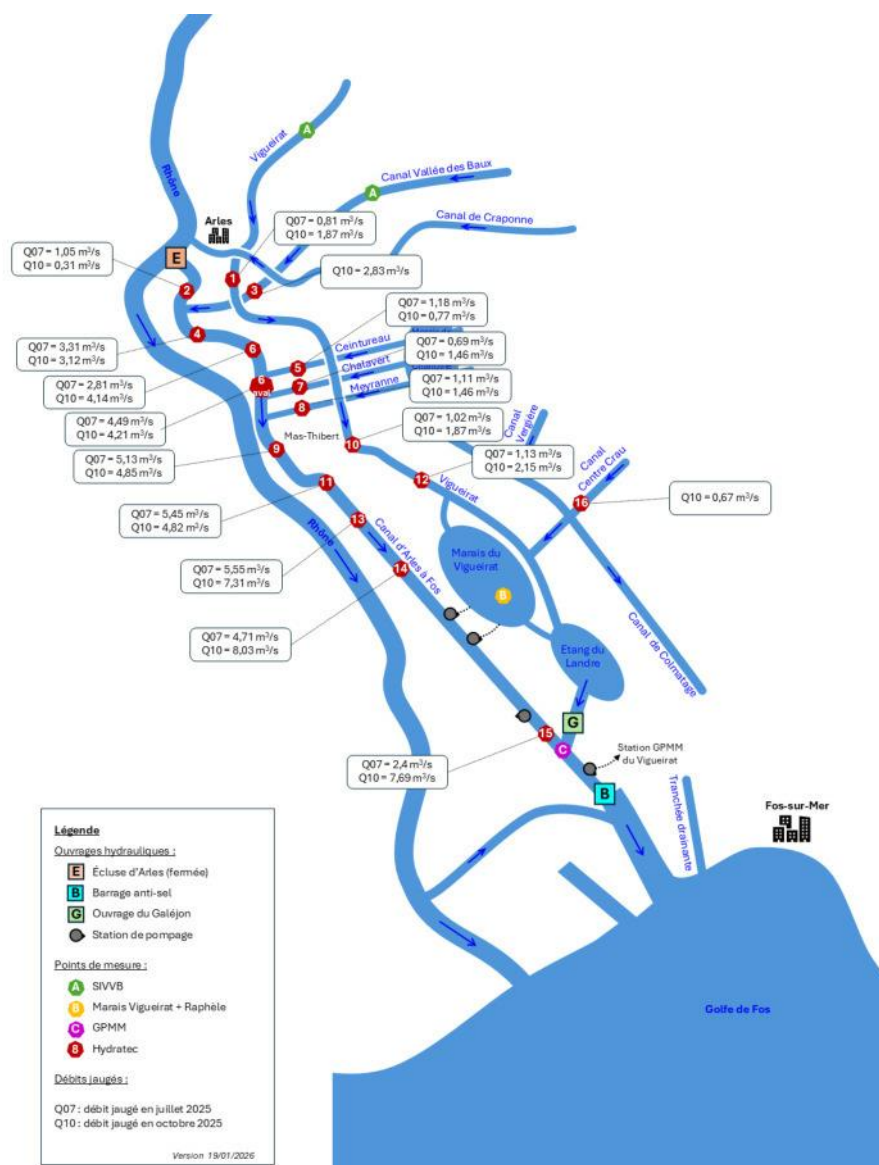


Figure III-2 : Débits mesurés en juillet et octobre 2025

L'intégralité des résultats des campagnes de mesures est détaillée au chapitre III du document [2].

Pour rappel les débits au droit du Galéjon sont les suivants :

- Etude BCEOM 2007 : débits calculés à partir de modélisations entre 6 et 11 m³/s (printemps et hiver)
- Etude SETEC en cours : débits mesurés (jaugeages ponctuels) entre 2.4 et 7.7 m³/s (été et automne)

Les données de jaugeages de l'étude SETEC étant mesurées *in situ* à un instant T, elles sont dépendantes des conditions dans lesquelles elles sont effectuées. Les données issues de l'étude BCEOM ont été réalisées sur la base de données bathymétriques et de profils en travers. Ce sont donc des données calculées indépendantes de toutes conditions de mesures. Cette différence méthodologique explique les écarts observés sans pour autant remettre en cause les ordres de grandeur entre les débits calculés par BCEOM et les débits mesurés. Cette cohérence est confirmée par la comparaison des débits estimés par le calcul dans l'étude BCEOM et les débits calculés sur la base de mesures continues à l'exutoire du barrage anti-sel (cf point IV.5 du présent document).

III. 3. Conclusion et synthèse

La synthèse des résultats des campagnes de mesures et les conclusions sont détaillées au chapitre IV du document [1].

IV. HYPOTHESES RETENUES POUR L'EVALUATION DES EFFETS POTENTIELS DES PRELEVEMENTS

IV. 1. Hypothèses retenues pour l'évaluation des effets sur la pression quantitative globale

L'origine des eaux transitant dans le canal est multiple, comme l'ont mis en évidence l'étude BCEOM (2007) et les travaux ultérieurs. Ces apports proviennent à la fois des excédents d'irrigation gravitaire, du drainage de la nappe de la Crau, des ruissellements locaux, ainsi que des contributions des canaux affluents interconnectés au réseau hydraulique.

Par ailleurs, le canal d'Arles à Fos fonctionne comme un exutoire régulé des eaux issues de la plaine de la Crau et des bassins versants associés. Son fonctionnement est fortement contraint par les ouvrages de gestion situés en amont et en aval, notamment le barrage anti-sel (contrôle des niveaux et des rejets). Le niveau d'eau dans le canal est ainsi maintenu au-dessus du niveau marin, conformément à l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013, garantissant le maintien d'une charge hydraulique suffisante pour limiter les intrusions salines et stabiliser le biseau salé.

Dans ce contexte, les débits du canal résultent directement des consignes d'exploitation des ouvrages et du débit pompé.

Dès lors, toute évaluation pertinente des effets sur la pression quantitative globale doit s'appuyer sur une approche intégrée du bilan hydrologique du système. Celle-ci repose sur la quantification conjointe des principaux termes du bilan, à savoir :

- les apports diffus, en particulier ceux liés au drainage de la nappe de la Crau et aux contributions des réseaux agricoles ;
- les volumes prélevés, notamment au niveau de la station de pompage du Vigueirat ;
- les volumes restitués au milieu marin, sous contrainte des règles de gestion du barrage anti-sel.

En l'absence d'étude globale et intégrée finalisée (étude en cours), il est considéré que le fonctionnement et les consignes actuels seront conservés et respectés.

- **Hypothèses validées :**
 - **Le canal est un plan d'eau régulé dont les niveaux sont réglementés par arrêté préfectoral.**
 - **Le maintien de ces niveaux permet d'assurer le rôle fonctionnel du canal.**
- **Hypothèses à préciser :**
 - **Capacité des outils de régulation à maintenir les niveaux réglementaires sous la contrainte du changement climatique.**
 - **Marge présente au regard des débits calculés sortant au barrage anti-sel à confirmer par la modélisation.**

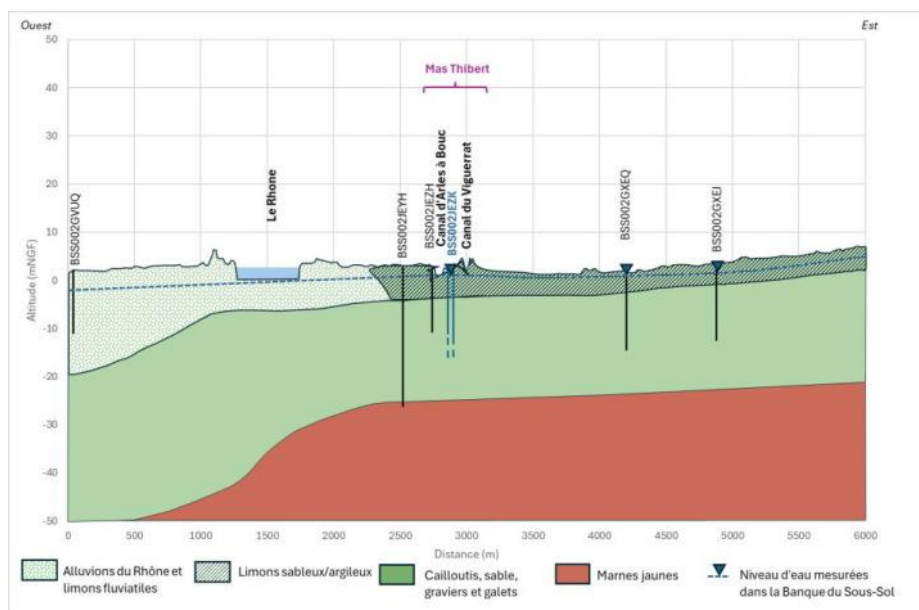
IV. 2. Hypothèse retenue pour l'évaluation des effets sur les eaux souterraines

L'étude SINERGI a estimé, à l'aide d'une modélisation hydrogéologique, un flux entrant nappe–canal de l'ordre de 1,25 m³/s. Cependant, la saisonnalité de ce flux n'est pas documentée et il est vraisemblable qu'il varie au cours de l'année compte tenu du régime hydrologique contrasté de la nappe de la Crau. Par ailleurs, les données du SYMCRAU montrent une forte variabilité spatiale de la recharge, distinguant des secteurs dominés par l'irrigation gravitaire et d'autres où la recharge est principalement météorique.

La station de pompage du Vigueirat se situe à proximité de cette seconde zone, ce qui suggère un fonctionnement hydrodynamique local différent de celui observé dans les secteurs fortement irrigués.

Au regard de ces éléments, l'interprétation d'une interaction hydraulique directe et généralisée entre la nappe et le canal d'Arles à Fos doit être nuancée. Plusieurs facteurs structurels tendent en effet à limiter ces échanges :

- le canal, conçu initialement pour la navigation, a vraisemblablement été réalisé de manière à réduire les infiltrations latérales, impliquant une étanchéité relative de son emprise ;
- les sondages de la Banque de Données du Sous-Sol indiquent la présence d'une couche argileuse continue d'environ 5 m, sous-jacente au canal ;



- la profondeur du canal (2 à 3 m) demeure inférieure à l'épaisseur de cette formation argileuse, ce qui laisse supposer qu'il n'atteint pas les horizons aquifères perméables.

- **Hypothèse validée :**
 - Absence de relation nappe canal dans le tronçon aval où se situe la station de pompage.
- **Hypothèse à préciser :**

- Probabilité d'une part d'alimentation du canal par la nappe de façon diffuse existante mais nécessitant des études complémentaires.
- Probable absence d'incidence de l'augmentation des prélèvements sur la nappe.

IV. 3. Hypothèses retenues pour l'évaluation des effets sur le biseau salé

Les études du BRGM montrent que :

- Le contrôle du biseau salé dépend plus du maintien de la charge hydraulique de surface et souterraine (grâce à l'irrigation) que de la gestion du canal.
- La gestion actuelle (Barrage anti-sel, Ouvrage du Galéjon, Station de pompage) n'a pas d'influence sur le positionnement du biseau salé

○ Hypothèses validées :

- Le positionnement du biseau salé est indépendant de la gestion par les outils de régulation du GPMM et dépend essentiellement du niveau marin et de la charge hydraulique de surface et souterraine.
- La charge hydraulique de surface et souterraine est dépendante du maintien des niveaux dans le canal et l'étang du Landre.

○ Hypothèses à préciser :

- Le maintien des niveaux d'eau du canal et du Landre aux côtes réglementaires permet d'assurer l'absence d'incidence des prélèvements supplémentaires sur le positionnement du biseau salé.

IV. 4. Hypothèse retenue pour l'évaluation des effets sur les zones humides et l'étang du Landre

Les études réalisées et la bibliographie montrent que :

- Les zones humides dépendent du fonctionnement du réseau agricole et de la nappe de Crau ;
- Le canal est l'exutoire principal des excédents d'eau des zones humides ;
- Le canal est utilisé ponctuellement pour compléter les besoins des Marais du Vigueirat alimentés principalement par le canal du Vigueirat

○ Hypothèses validées :

- Les zones humides sont dépendantes des apports amonts.
- Le canal est l'exutoire des excédents d'eau des zones humides.

- Le canal n'est utilisé que ponctuellement pour compléter les besoins de la Réserve Naturelle des Marais du Vigueirat
- Hypothèse à préciser :
 - Le maintien des niveaux d'eau du canal et du Landres par les outils de régulation du GPMM permet d'envisager l'absence d'incidence de l'augmentation des prélèvements sur les zones humides.

IV. 5. Estimation des débits au barrage anti-sel

Une estimation des débits actuels des « eaux fatales » au barrage anti-sel a été réalisée sur la période entre mars 2025 et janvier 2026, en appliquant une loi de seuil régime noyé / dénoyé aux mesures de niveau. Ces estimations montrent :

- Un débit très variable sur une journée
- Un débit compris entre 0 et 35 m³/s
- Un volume moyen journalier sur la période mars 2025 - janvier 2026 d'environ 700 000 m³/j qui correspond à un débit de l'ordre de 8 m³/s.
- L'étude BCEOM 2007 avait estimé ce même débit par modélisation à 5.77 m³/s au printemps (mars) et 10.71 m³/s au début de l'été (juin) **ce qui confirmerait la cohérence des ordres de grandeurs.**

En complément, il a été superposé sur la Figure IV-1 les débits calculés au barrage anti-sel, les niveaux d'eau dans le canal, le niveau de la mer et la position du clapet au barrage anti-sel (en mNGF).

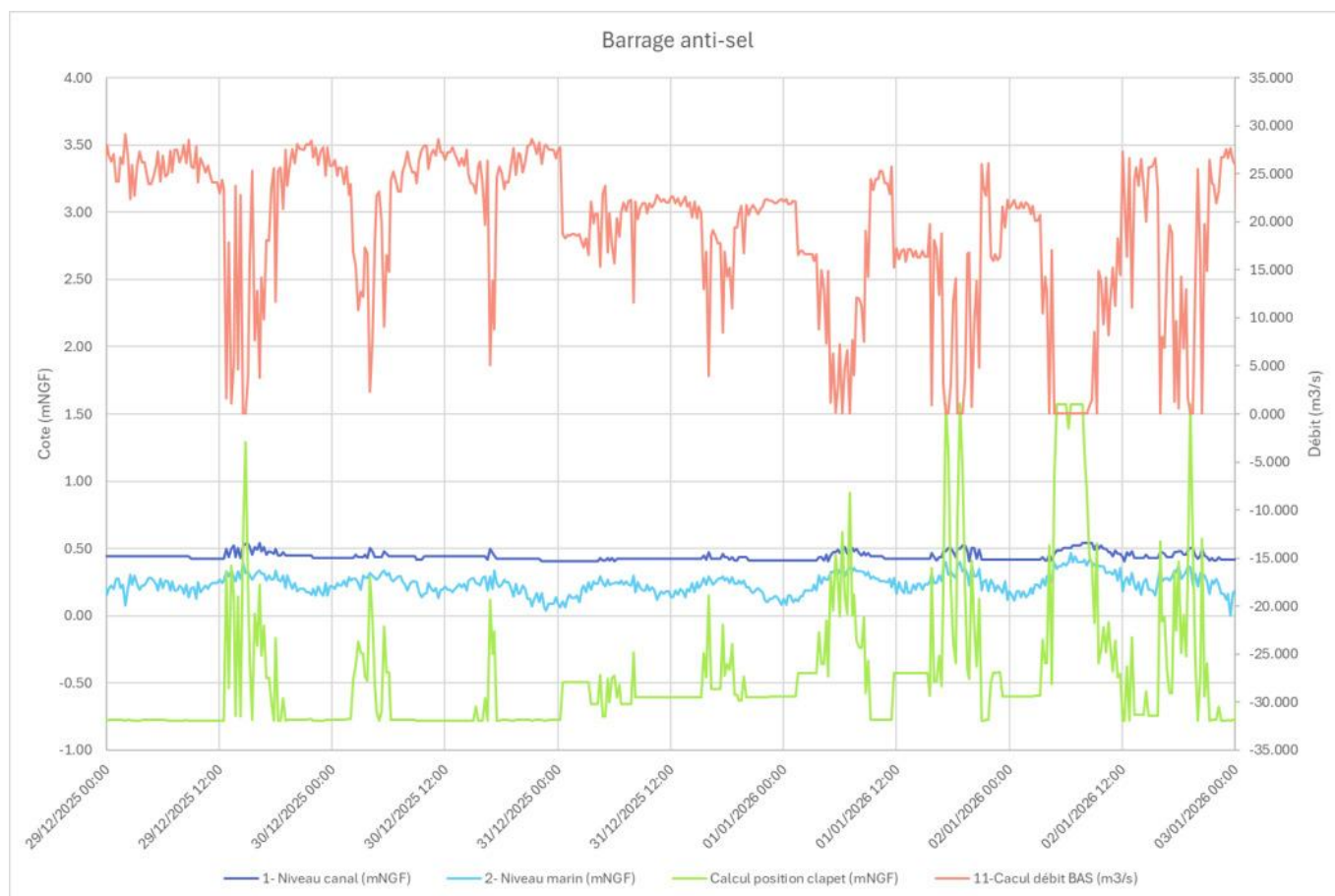


Figure IV-1 : débits et niveaux au barrage anti-sel en fonction de la position du clapet

Hypothèse retenue :

Les débits actuels des « eaux fatales » au barrage anti-sel offrent une marge pour l'augmentation des prélèvements à la station.

- Le rapport trimestriel (document 2) montre que sur la période du 1^{er} septembre au 15 novembre 2025, Les vannes latérale du barrage anti-sel ne sont quasiment pas mobilisées sur la période et le clapet central est positionné à plus de 75% sur plus de 80% du temps
- Le débit calculé au barrage anti-sel entre mars 2025 et janvier 2026 est de l'ordre de 8 m³/s prenant en compte les 0.76 m³/s prélevés à la station dans le cadre de l'autorisation actuelle.
- L'augmentation de 25 à 43.6 M m³/an conduirait à un prélèvement de l'ordre de 1.38 m³/s soit une augmentation de 0.62 m³/s plus de 8 fois inférieure au débit actuel sortant au barrage anti-sel.

Sous réserve des résultats de l'étude finale, il apparait raisonnable de penser que les outils de régulation du GPMM seront donc en mesure de maintenir les niveaux d'eau du canal, l'augmentation du prélèvement ne réduisant que le débit sortant au barrage.

Hypothèse à confirmer à la fin de la campagne de mesure et par la modélisation (conditions limites)

V. ÉTUDES PROJETÉES ET PERSPECTIVES

V. 1. Incidences et mesures

V. 1. 1. Étude d'incidence pour le DAE

Le GPMM a engagé une étude approfondie, qui est en cours, en vue du dépôt d'un dossier d'autorisation environnementale au titre d'une modification substantielle du récépissé de déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat intégrant les projections de prélèvements nécessaires au développement de la ZIP à l'horizon 2030 et 2050 portant sur :

- La caractérisation des débits de l'hydrosystème global à partir de mesures de terrain adaptées et prenant en compte :
 - Les effets de saisonnalité sur la ressource ;
 - L'évolution de la ressource horizon 2030 et 2050,
- L'analyse des incidences des prélèvements supplémentaires qui seront générés par les projections de développement de la ZIP à l'horizon 2030 et 2050 dans une perspective d'évolution de la ressource au regard du changement climatique et des changements potentiels d'usages des terres ainsi que des solutions d'optimisation des usages qui pourraient émerger ;
- La recherche de ressources alternatives ;
- L'évaluation de l'influence de l'augmentation des prélèvements sur le positionnement du biseau salé ;
- La définition de protocoles de suivis des incidences sur la ressource.

L'ensemble des éléments ayant conduit à cette synthèse sont détaillés ci-dessous.

Une analyse des incidences sera réalisée courant 2026-2027 sur la ressource. Elle alimentera un dossier de demande d'autorisation environnementale portée par le GPMM au titre d'une modification substantielle du récépissé de déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat intégrant les projections de prélèvements nécessaires au développement de la ZIP à l'horizon 2030 et 2050.

V. 1. 2. Définition des scénarios

Un ensemble de scénarios de travail destinés aux modélisations numériques seront définis. Ces scénarios visent à tester la résilience de l'hydrosystème canal-nappe face aux évolutions des usages et aux pressions climatiques futures. Ils devront être validés par l'ensemble des parties prenantes afin d'assurer leur cohérence avec les enjeux territoriaux et les orientations stratégiques.

Ces scénarios pourront être les suivants :

Scénarii hydrogéologiques

- Réduction ou augmentation des prélèvements AEP
- Réduction ou augmentation de la recharge irriguée
- Diminution de la recharge pluviométrique

Scénarii hydrauliques

- Augmentation du niveau marin
- Augmentation du pompage
- Modification du mode de régulation du barrage anti-sel/Galéjon
- Evolution des apports directs des bassins versants (pluviométrie)

Evolution du niveau de la nappe

Evolution de la ligne d'eau du canal

Incidences sur :

- les zones humides
- le biseau salé
- les prélèvements

V. 1. 3. Outils et méthodes de modélisation

L'étude approfondie en cours s'appuiera sur une approche couplée modélisation hydraulique–hydrogéologique.

a) Modèle hydraulique du canal et de ses affluents

Un modèle hydraulique réalisé sous le logiciel HYDRA (setec hydratec) sera mis en œuvre afin de simuler :

- Les débits entrants (apports de la Durance),
- Les apports secondaires et ruissellements,
- Les débits sortants vers la mer,
- Les effets du barrage anti-sel,
- Les variations de niveaux d'eau selon différentes périodes retours.

b) Modèle hydrogéologique de la nappe de Crau

Un modèle hydrogéologique numérique aux éléments finis sera développé pour représenter la nappe de Crau.

La géométrie du modèle (nombre de couches géologiques, limites latérales, etc.) et les conditions aux limites (recharge naturelle et artificielle, flux entrant/sortant, condition marine, etc.) devront être cohérentes avec les travaux du BRGM et du SYMCRAU et feront l'objet d'une validation en COTECH d'expert scientifique.

V. 2. Mise en place d'un réseau de surveillance à long terme

A l'issue de l'étude avec modélisation, un réseau de surveillance de l'hydrosystème sera proposé afin de s'assurer que l'augmentation des prélèvements reste compatible avec le maintien de l'équilibre hydraulique et écologique du canal et de la nappe de Crau.

Le principe général du réseau de suivi sera le suivant :

- Maintenir un contrôle régulier des débits, niveaux et qualité de l'eau.
- Intégrer les ouvrages existants : barrage anti-sel, station de pompage, et barrage du Galéjon.

Des indicateurs de suivi pourront être proposés tels que :

- Ecart des niveaux du canal par rapport aux niveaux réglementaires ;
- Piézométrie de la nappe de Crau et évolution du biseau salé ;
- Débits d'apports et de restitution (Durance, irrigation gravitaire, ruissellement) ;
- Paramètres qualitatifs : conductivité électrique, salinité, état des zones humides...

VI. CONCLUSION GENERALE

Au regard des études réalisées et des études en cours à ce stade, il apparaît que :

- Le canal d'Arles à Fos est un système régulé dont les niveaux sont maintenus actuellement conformément aux cotes réglementaires grâce aux ouvrages de gestion du GPMM ;
- Il est principalement alimenté, de manière indirecte, par les apports de la Durance via les réseaux d'irrigation ;
- Il joue un rôle essentiel de drainage à l'échelle du bassin versant de la Crau ;
- Les mesures réalisées à ce jour ne mettent pas en évidence de déséquilibre hydraulique dans la situation actuelle.

D'autre part, sans présupposer des résultats de l'étude approfondie en cours et des résultats de la campagne de mesure actuelle, les hypothèses retenues de fonctionnement de l'hydrosystème, éventuellement impacté, par l'augmentation des prélèvements sont les suivantes :

- Les ouvrages de régulation ont la capacité de maintenir les niveaux réglementaires du canal et de l'étang du Landre, garantissant ainsi la stabilité du fonctionnement hydraulique global du système à charge hydraulique égale.
- Les échanges nappe-canal au droit du Vigueirat apparaissent diffus voire inexistantes à ce stade des connaissances.
- Les prélèvements dans le canal n'ont pas d'incidence sur le biseau salé à charge hydraulique actuelle
- Il existe une relation directe entre le niveau du canal et celui des zones humides.

Ces hypothèses sont à confirmer / conforter par les résultats complets des modélisations à venir et de la campagne de mesures. Elles serviront alors de base à l'étude d'impact du dossier d'autorisation environnementale.

ANNEXES



GRAND PORT MARITIME DE MARSEILLE (GPMM)

ÉTUDE GLOBALE SUR LA RESSOURCE EN EAU BRUTE DU GPMM

Rapport de phase 1 : Synthèse des connaissances

59813 | Jan. 2026 – V2 | P. FERRET/A.BLONDEL

Setec hydratec

3 Chemin des Gorges de Cabriès

13127 Vitrolles

Courriel : hydra@hydra.setec.fr

T : 04 86 15 62 50



Directeur de projet

M. ROMANO

Responsable d'affaire

P. FERRET/A.BLONDEL

N° Affaire

59813

Fichier : 59813_GPMM_EAU_BRUTE_Phase1_V2_rev202601.docx

V.	Date	Établi par	Vérifié par	Approuvé par	Nb. pages	Observations / Visa
V0	Octobre 2025	Sophie Le Gras Axelle Chateauguttierrez	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	94	
V1	Déc. 2025	Sophie Le Gras Axelle Chateauguttierrez	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	87	Modifications suite aux remarques du Cotech du 07/11
V2	Jan. 2026	Sophie Le Gras/ Léa Reynaud	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	87	Modifications à la suite des commentaires de GPMM du 12/01/2026
V3	Jan. 2026	Sophie Le Gras/ Léa Reynaud	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	87	Modifications à la suite des commentaires de GPMM du 21/01/2026

TABLE DES MATIERES

I. CADRE GENERAL DE LA MISSION	8
I. 1. Contexte général de la mission	8
I. 2. Contexte et objectifs de la phase 1	9
I. 2. 1. Cadre général de la phase 1	9
I. 2. 2. Objectifs spécifiques.....	9
II. COLLECTE DES DONNEES	10
II. 1. Données bibliographiques collectées par thématique	10
II. 1. 1. Données hydrologiques et hydrauliques	10
II. 1. 2. Données sur les zones humides	10
II. 1. 3. Données géologiques et hydrogéologiques	10
II. 1. 4. Données sur le biseau salé	11
II. 1. 5. Données climatiques et prospectives.....	12
II. 2. Fiches de lecture	12
II. 3. Synthèse des entretiens	13
III. SYNTHESE DES CONNAISSANCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	15
III. 1. Cadre hydrologique, hydraulique et hydrogéologique du secteur	15
III. 1. 1. Réseau hydrographique de surface	15
III. 1. 2. Synthèse du réseau hydrographique de surface	29
III. 1. 3. Contexte hydrogéologique	30
III. 1. 4. Synthèse du contexte hydrogéologique	38
III. 2. Fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos.....	39
III. 2. 1. Ouvrages et modalités de régulation.....	39
III. 2. 2. Débits et variations saisonnières.....	44
III. 2. 3. Niveaux d'eau à la station de pompage	45
III. 2. 4. Synthèse fonctionnement hydraulique du canal	46
III. 3. Bilan hydrique et processus de recharge.....	46
III. 3. 1. Apports naturels (pluviométrie)	46
III. 3. 2. Apports anthropiques : recharge par irrigation.....	56
III. 3. 3. Usages de l'eau et pression sur les ressources.....	58
III. 3. 4. Synthèse du bilan hydrique	63
III. 4. Influence du changement climatique	63
III. 4. 1. Le GREC SUD : une référence régionale pour le changement climatique	63
III. 4. 2. Evolutions climatologiques sur la Métropole Aix-Marseille-Provence.....	64

III. 4. 3. Impacts du changement climatique sur les ressources en eau de surface	66
III. 4. 4. Impacts du changement climatique sur les ressources en eau souterraine	66
III. 4. 5. Impacts du changement climatique sur le littoral méditerranéen	67
III. 4. 6. Impacts du changement climatique pour GPMM	67
Hypothèses retenues	67
IV. HYPOTHESES MAJEURES ISSUES DES ENTRETIENS	68
IV. 1. Apports du Rhône (CNR)	68
IV. 2. Enjeux agricoles (ASA)	68
IV. 3. Enjeux naturels (RNR Marais du Vigueirat et de Meyrannes)	68
IV. 4. Expertise scientifique du territoire par le BRGM et SYMCRAU	68
IV. 5. Synthèse des entretiens	69
V. SYNTHÈSE GLOBALE	69
VI. PROGRAMME ET SUIVI DES MESURES	70
VI. 1. Programme	70
VI. 1. 1. Mesure des hauteurs	70
VI. 1. 2. Pluviomètres	70
VI. 1. 3. Mesures ponctuelles conductivité/salinité	71
VI. 1. 4. Jaugeages	71
VI. 1. 5. Implantation des points de mesures	73
VI. 2. Mesures	77
VI. 2. 1. Jaugeages	77
VI. 2. 2. Mesures de hauteur	77
VII. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU CANAL D'ARLES A FOS - SCENARIO DE REFERENCE	83
VII. 1. Objectifs et démarche de synthèse	83
VII. 2. Schéma de fonctionnement général de l'hydrosystème	83
VII. 2. 1. Principe général de fonctionnement	83
VII. 2. 2. Hypothèse structurante	83
VII. 2. 3. Relations directes – flux hydrauliques structurants	84
VII. 2. 4. Relations indirectes : milieux dépendants et équilibres salins	85
VII. 2. 5. Synthèse des hypothèses fonctionnelles retenues	85
VII. 3. Incertitudes des connaissances sur le fonctionnement hydraulique global	90
VII. 3. 1. Canal	90
VII. 3. 2. Eaux souterraines – biseau salé	90
VII. 3. 3. Zones humides	90

VII. 3. 4. Besoins complémentaires pour la phase 2	90
VII. 3. 5. Zones humides	91
VIII. ANNEXES	92
VIII. 1. Annexe A : Fiches de lecture	92
VIII. 2. Annexe B : Entretiens	93
VIII. 3. Annexe C : Jaugeages	94

TABLEAUX

Tableau II-1 : Sources internet pour collecter les données géologiques/hydrogéologiques/de prélèvements	11
Tableau II-2 : Sources internet pour collecter les données sur le biseau salé	12
Tableau II-3 : Sources internet pour collecter les données climatiques	12
Tableau II-4 : Fiches de lecture	13
Tableau II-5 : Récapitulatif des entretiens réalisés pour la mission	14
Tableau III-1 : Cumul moyen pluviométrique pour les périodes 2018-2023 et 1991-2010 pour les stations d'Istres et d'Arles	48
Tableau III-2 : Caractérisation de l'occupation du sol d'après Corine Land Cover sur l'emprise du bassin	53
Tableau III-3 : Récapitulatif des ASA sur le territoire et de la gestion des eaux (source : Guide pratique de l'arrosant, 2015)	57
Tableau III-4 : Données générales sur les captages AEP de MAMP (setec hydratec, 2020)	59

FIGURES

Figure I-1 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)	8
Figure III-1 : Topographie du terrain naturel autour du canal d'Arles à Fos	17
Figure III-2 : Localisation des ASA de dessèchement des terres (gauche) Affluents principaux du canal d'Arles à Fos (droite)	19
Figure III-3 : Prise d'eau des canaux de la plaine de Crau dans la via le canal Commun Boisgeline-Craponne (source : Guide pratique de l'arrosant, 2015).	20
Figure III-4 : Schéma extrait de SOURCE Paca (Schéma d'Orientations pour une Utilisation Raisonnée et Solidaire de la ressource en Eau)	21
Figure III-5 : ASA gestionnaires d'eaux brutes (extrait : Guide pratique de l'arrosant Crau et Sud Alpilles)	21
Figure III-6 : Dotations des ASA de la CRAU – Sources Fédération des structures hydrauliques 13	22
Figure III-7 : Topographie, bassins versants et affluents du canal d'Arles à Fos	24
Figure III-8 : Zones humides et système de suivi sur la plaine de la Crau (source : OSMOSE2, 2023)	25
Figure III-9 : Zones humides sur la plaine de la Crau (secteurs investigués numérotés), profondeur de la nappe et milieux humides dépendants des eaux souterraines (Baillieux et al. 2019)	25
Figure III-10 : Marais de Meyranne	26
Figure III-11 : Ouvrages, pompes et prises d'eau du marais de Meyranne (source : Tour du Valat, 2021).	26
Figure III-12 : Marais du Vigueirat et état des terres avec : (a) la gestion actuelle, (b) les ouvrages fermés et (c) les ouvrages ouverts (source : Tour du Valat, 2021).	27
Figure III-13 : Ouvrages, pompes et prises d'eau du marais du Vigueirat (source : Tour du Valat, 2021).	28
Figure III-14 : Localisation de l'étang du Landre	29
Figure III-15 : Masses d'eau souterraine (DCE)	30
Figure III-16 : Fonctionnement de la nappe phréatique libre de la Crau (source : SYMCRAU)	31

Figure III-17: Grande zone de cohérence du régime piézométrique.....	32
Figure III-18 : Bilan hydrologique en 2020 de l'eau en Crau (en 2020) (étude SINERGI, 2019)	32
Figure III-19 : Flux entrant et sortant de la nappe de la Crau exprimés en m3/s (source SINERGI, 2020)	33
Figure III-20 : Localisation des points de suivis du réseau SIMBA (RP-68639-FR).....	34
Figure III-21 : Synthèse des résultats du projet SIMBA (BRGM/RP-68687-FR).....	34
Figure III-22 : Comparaison des niveaux d'eau mesurées sur le canal d'Arles à Fos et du niveau piézométrique (L2) en amont du barrage du Galéjon	35
Figure III-23 : Corrélogrammes simples et croisées de niveau d'eau du canal d'Arles à Fos et de la piézométrie mesurée à L2 – période septembre 2014-septembre 2015 au pas de 2h (étude SIMBA, BRGM).....	36
Figure III-24 : Cartes piézométriques obtenues en octobre 2017 (A) et avril 2018 (B) par krigeage avec prise en compte des conditions limites de charges imposées (étude SIMBA, BRGM).....	36
Figure III-25 : Localisation des points de suivi du réseau GAMBAS	37
Figure III-26 : Comparaison de la piézométrie des points du réseau GAMBAS avec le niveau marin, moyennes journalières (RP-70027-FR).....	37
Figure III-27 : Modèle conceptuel des relations hydrodynamiques entre l'aquifère de la Crau, les eaux douces de surface et la mer (GAMBAS)	38
Figure III-28 : Écluse de Barriol	39
Figure III-29 : Ouvrages de régulations fonctionnels sur le canal d'Arles à Fos	40
Figure III-30 : Barrage anti-sel – Vue depuis l'aval (à gauche) et depuis l'amont (à droite) (octobre 2025).....	41
Figure III-31 : Ouvrage du Galéjon – Vue depuis l'aval et vue vers l'amont (octobre 2025).....	42
Figure III-32 : Consignes de l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013.	44
Figure III-33 : Station de pompage du Vigueirat avec son château d'eau et entonnement à droite	44
Figure III-34 : Schémas de principe présentant les débits du canal et des affluents pour le scénario hivernal (à gauche) et printanier (à droite)	45
Figure III-35 : Précipitations mensuelles de 2018 à 2023 à la station d'Arles (13)	47
Figure III-36 : Précipitations mensuelles de 2018 à 2023 à la station d'Istres (13).....	47
Figure III-40 : Evolution des précipitations annuelles à la station de d'Arles Tour Vallat de 1963 à 2024 (Météo France).....	48
Figure III-41 : Evolution des précipitations annuelles à la station de d'Istres de 1950 à 2024 (Météo France).....	48
Figure III-37 : Variations pluviométriques des mois de janvier et février sur la période 1950 - 2024.....	49
Figure III-38 : Stations météo et pluviomètres autour de la zone d'étude	50
Figure III-39 : Moyenne interannuelle (1971 – 2000) des hauteurs de précipitations sur le bassin du canal d'Arles à Fos par la méthode AURELHY	51
Figure III-42 : Répartition de l'occupation des sols de la plaine de la Crau (Corine Land Cover 2018).....	52
Figure III-43 : Réserve Utile au droit de la plaine de la Crau	54
Figure III-44 : Recharge estimée sur la station Météo France de Istres	55
Figure III-45 : Estimation de la recharge de 2018 à 2024	55
Figure III-46 : Estimation de la recharge de 1950 à 2023	55
Figure III-47 : Hauteur d'eau cumulée (m) sur les prairies fourragères de la plaine de Crau (source : Bulletin sur l'état quantitatif de la nappe de Crau, 2019).	56
Figure III-48 : Distribution des ASA sur la zone d'étude (source : Guide pratique de l'arrosant, 2015).....	57
Figure III-49 : Localisation des captages AEP (source : hydratec,2020)	59
Figure III-50 : Autres captages AEP (source hydratec,2025).....	60
Figure III-51 : Prélèvements estimés sur la période 2013-2018 (source SINERGI)	61
Figure III-52 : Localisation des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2023 (en M m3/an) (source : AERMC 2023).....	61
Figure III-53 : Prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2023 (en Mm3/an) (source : AERMC 2023).....	62
Figure III-54 : Localisation des prélèvements de surface déclarés en 2023 (source : AERMC 2023).....	62
Figure III-55 : Prélèvement d'eau de surface déclarés en 2023 (en Mm3/an) (source : AERMC 2023).....	63
Figure III-56 - Zone d'étude du GREC SUD (infographie GREC SUD).....	64

Figure III-57 : Evolution de la température moyenne annuelle de l'air (en °C) sur le territoire de la Métropole Aix-Marseille-Provence entre la période 1996 - 2015 (à gauche) et l'horizon moyen (2045 - 2065, à droite), RCP 8.5 (sources : GREC SUD, GeographR)	65
Figure III-58 : Evolution des précipitations à Marignane depuis 1959 par rapport à la période 1961 - 1990 (sources : Cahier territorial "Métropole Aix-Marseille-Provence" GREC SUD, ClimatHD).....	65
Figure III-59 : Evolution des températures moyennes de l'air à Marignane depuis 1959 par rapport à la période 1961 - 1990 (sources : Cahier territorial "Métropole Aix-Marseille-Provence" GREC SUD, ClimatHD).....	66
Figure V-1 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage	70
Figure V-2 : Profil des vitesses en jaugeage	71
Figure V-3 : Courantomètre	71
Figure V-4 : Tableau récapitulatif des points de mesures	74
Figure V-5 : Localisation des points de mesures (secteurs Nord et Centre).....	75
Figure V-6 : Localisation des points de mesures (secteur Sud).....	76
Figure V-7 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert	78
Figure V-8 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en aval de Mas Thibert.....	78
Figure V-9 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat.....	79
Figure V-10 : Point de mesure GPMM10 - Embâcles visibles suite à l'évènement du 21 septembre 2025	80
Figure V-11 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1er au 10 septembre 2025).....	80
Figure V-12 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 septembre 2025).....	81
Figure V-13 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 25 septembre 2025).....	81
Figure V-14 : Niveaux moyens 2005-2025, amont et aval BAS	82
Figure VI-1 : Schéma du fonctionnement hydraulique du Canal d'Arles à Fos (version 1).....	87
Figure VI-2 : Valeurs de débit instantané du réseau hydraulique de surface (bibliographie et jaugeages 2025).....	88

I. CADRE GENERAL DE LA MISSION

I. 1. Contexte général de la mission

Le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) alimente en eau douce les industries implantées sur les bassins Ouest du port, à partir de la station de pompage du Vigueirat, située sur le canal d'Arles à Fos.

Ce canal, ancien canal de navigation reliant Arles à Port-de-Bouc, est une dérivation au droit du Rhône (au niveau de l'écluse d'Arles), alimentée par de multiples affluents (canaux agricoles de la Crau, roubines, exutoires naturels et réseaux d'assainissement). Il joue un rôle clé dans le fonctionnement hydrologique de la nappe de Crau, elle-même majoritairement alimentée par les dérivations de la Durance.

Le canal débouche dans le canal de navigation du Rhône puis dans la darse 1 du port de Port-de-Bouc. Un barrage anti-sel (BAS), géré par le GPMM, limite les intrusions d'eau salée depuis la mer et assure la protection de la ressource en eau douce pour les prélèvements du GPMM et les usages amont.

La station du Vigueirat, construite dans les années 1970, produit l'intégralité de l'eau brute nécessaire à la zone industrialo-portuaire de Fos (ZIP).

- Débit moyen pompé (2014–2023) : 0,75 m³/s
- Production annuelle moyenne : ~23,7 Mm³/an (avec un pic de 26,4 Mm³ en 2022 lié à une avarie dans le réseau de distribution)
- Capacité maximale : 3 m³/s (trois pompes simultanées)
- Autorisation actuelle (2007) : 25 Mm³/an, sur la base d'une reconnaissance d'antériorité.

Le dossier d'instruction de l'autorisation actuelle repose sur des données anciennes, qu'il est nécessaire d'actualiser pour tenir compte de l'évolution des besoins industriels et des connaissances environnementales. En effet, dans le cadre de la réindustrialisation et de la décarbonation de la ZIP, le GPMM prévoit une augmentation significative des prélèvements :

- +4,7 Mm³/an dès 2027 (projet Carbon),
- Jusqu'à 47 Mm³/an à l'horizon 2030, soit presque un doublement des volumes actuels.



Figure I-1 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)

I. 2. Contexte et objectifs de la phase 1

I. 2. 1. Cadre général de la phase 1

La première phase de l'étude vise à établir un diagnostic approfondi et actualisé du fonctionnement du canal du d'Arles à Fos et de son réseau d'alimentation. Cette étape préliminaire est essentielle pour constituer un scénario de référence permettant d'appréhender la dynamique hydrologique et hydrochimique du système dans son état actuel, et de disposer d'une base solide pour l'évaluation des évolutions futures.

Elle repose à la fois sur :

- L'analyse des connaissances existantes (bibliographiques et entretiens avec les sachants locaux)
- La collecte de nouvelles données de terrain (hauteurs d'eau, débits, salinité, traçages), afin de compléter et fiabiliser la compréhension du fonctionnement du canal, de ses affluents et des interactions avec les milieux/enjeux connexes (zones humides, nappes, marais, étang et biseau salé).

I. 2. 2. Objectifs spécifiques

Les objectifs attendus de la phase 1 sont les suivants :

- Actualiser les connaissances disponibles sur le fonctionnement hydrologique du canal et de ses affluents, en intégrant les rapports, publications scientifiques, données techniques et historiques existants,
- Élaborer un scénario de référence (actuel) de fonctionnement du canal, incluant sa variabilité saisonnière, tenant compte des apports différenciés de chaque affluent et des interactions avec les milieux associés,
- Évaluer les risques de salinisation, à l'amont (via les affluents) et à l'aval (par l'influence marine et la montée du niveau des mers), sur la base de mesures de salinité/conductivité et de leur variabilité spatiale et temporelle,
- Caractériser les usages et pressions actuels s'exerçant sur la ressource en eau,
- Emettre des hypothèses solides permettant de caractériser l'absence d'incidence de l'augmentation des prélèvements pour le projet Carbon dans le cadre du Porté à Connaissance.
- Mettre en évidence les hypothèses et limites des travaux antérieurs afin de préciser les incertitudes, de consolider les connaissances et d'identifier les besoins complémentaires pour la suite de l'étude.

II. COLLECTE DES DONNEES

La synthèse des données collectées et des entretiens est présentée dans le chapitre III.

II. 1. Données bibliographiques collectées par thématique

II. 1. 1. Données hydrologiques et hydrauliques

Les données hydrologiques sont issues de la bibliographie suivante :

- Etude hydro-environnementale sur les secteurs naturels et agricoles du Port Autonome de Marseille zone de Fos (BCEOM, 2007),
- Bulletin de situation hydrologique de la Crau (SYMCAU, 2025),
- Guide pratique de l'arrosant de Crau et Sud Alpilles (Contrat de Canal Crau-Sud Alpilles, 2015),
- Note caractérisant la production d'eau industrielle par le GPMM sur la ZIF pour le projet CARBON (GPMM, 2024),
- Réunion thématique commune H2V Marseille Fos – Gravithy : le cycle de l'eau (H2V et Gravithy, 2023),
- Arrêté portant prescriptions spécifiques relatives à la gestion et à l'exploitation du barrage anti-sel et de l'ouvrage du Galéjon gérés par le Grand Port Maritime de Marseille en application de l'article R.214-53 du code de l'environnement (Préfecture des Bouches du Rhône, 2013),
- Étude sur le rôle de la gestion hydraulique dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes et des hydrosystèmes sur certains sites du Conservatoire du littoral (Tour du Valat, 2021).

II. 1. 2. Données sur les zones humides

- OSMOSE 2 : Étude des besoins d'alimentation en eau des zones humides de la Crau (SYMCAU, 2023),
- Étude sur le rôle de la gestion hydraulique dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes et des hydrosystèmes sur certains sites du Conservatoire du littoral (Tour du Valat, 2021).

II. 1. 3. Données géologiques et hydrogéologiques

a) Rapports techniques et publications scientifiques

- Volet hydraulique de l'étude hydro-environnementale sur secteurs naturels et agricoles du Port Autonome de Marseille zone de Fos (BCEOM, 2007),
- « MARTCAU » : Actualisation du modèle de la nappe de la Crau (BRGM, 1995),
- Etude hydrogéologique de caractérisation du potentiel hydrogéologique des formations sous-jacentes aux cailloutis de la plaine de la Crau (SYMCAU, 2024),
- Modélisation de la nappe de la Crau : résultats des simulations d'exploitation – RR-38836 (BRGM, 1996),
- Analyse prospective de la sensibilité de la nappe de la Crau aux conditions de recharge et de prélèvements pour définir les termes quantitatifs d'une gestion durable de la ressource à l'horizon 2050 (SYMCAU, 2020),
- Thèse, Contribution du traçage isotopique à la compréhension et à la modélisation hydrogéologique de la nappe de la Crau (P. Séraphin, Aix-Marseille université, 2016),
- Bulletin sur l'état quantitatif de la nappe de la Crau (SYMCAU, 2019),
- Etude d'opportunité des ressources en eau souterraine du ventillon (Setec Hydratec, 2025),
- Etudes pré-opérationnelles et réalisation des dossiers réglementaires relatifs au Code de l'environnement du projet de dessertes du Caban – Môle central (Marseille Fos, 2025),
- Aménagement d'un champ captant AEP sur le site du Ventillon à Fos-Sur-Mer (13) (GPMM, 2016),

- Étude ressources stratégiques et des zones de sauvegarde de la nappe alluviale de la Crau (SYMCAU, 2016),
- Contribution du traçage isotopique ($\delta^{18}\text{O}$ et δD) à la compréhension et à la modélisation hydrogéologique de la nappe de la Crau (Thèse, 2016),
- Étude hydrogéologique de caractérisation du potentiel hydrogéologique des formations sous-jacentes aux cailloutis de la plaine de la Crau (SYMCAU, 2024),
- Schéma Directeur d’Alimentation en Eau Potable du SAN Ouest Provence (Setec hydratec, 2022).

b) Base de données

Organisme	Site internet	Type de données	Commentaires
Banque de données du sous-sol (BSS) – Infoterre (BRGM)	https://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do	Couche SIG et tableau Excel	Le tableau Excel recense notamment les ouvrages ayant une coupe géologique vérifiée et validée + carte géologique 1/50 000 ème

Nom	Organisme	Courriel	Date de collecte	Type de données	Commentaire
	GPMM		Février 2025	Coupes des forages avec géologie traversée	Données sur les Forages réalisés dans le champ captant du Ventillon
	GPMM		Février 2025	Coupes des forages avec géologie traversée	Données sur le captage lieu-dit Les Tapies

Organisme	Site internet	Type de données	Commentaires
Banque de données ADES	https://ades.eaufrance.fr/Recherche	Tableau excel	Captages AEP, forages et piézomètres géoréférencés Données sur les eaux souterraines (données quantitatives et qualitatives)
Banque de données du sous-sol (BSS) - Infoterre (BRGM)	http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do#	Couche SIG	Ouvrages souterrains géoréférencés
Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE)	https://bnpe.eaufrance.fr/acc-des-donnees	Tableau Excel	Ouvrages de prélèvements
SYMCAU	https://www.symcau.com/connaissances/surveillance-de-la-nappe/	Données piézométriques et analyses qualité : Cartographies/ graphiques et statistiques/ tableaux de données	Evolution piézométrique journalière des points de mesures sur la nappe de la Crau et analyses qualité

Tableau II-1 : Sources internet pour collecter les données géologiques/hydrogéologiques/de prélèvements

II. 1. 4. Données sur le biseau salé

Les données sur le biseau salé sont issues de sources présentés dans le Tableau suivant, mais également de la bibliographie suivante :

- Volet hydraulique de l’étude hydro-environnementale sur secteurs naturels et agricoles du Port Autonome de Marseille zone de Fos (BCEOM, 2007),
- Etude du trait de côte (CEREGE, 2017),
- Avis technique préliminaire sur l’impact de la gestion de l’ouvrage du Galéjon sur le biseau salé, commune de Port-Saint-Louis (BRGM, 2011),
- Projet SIMBA : Surveillance de l’intrusion marine en Basse Crau – RP-68639-FR (BRGM, 2019)

- Projet GAMBAS : Mise en place d'un réseau d'observation de l'intrusion saline autour du barrage antisel de Fos-sur-Mer (BRGM, 2021).

Organisme	Site internet	Type de données
SYMCRAU	https://www.symcrau.com/connaissances/surveillance-de-la-nappe/	Données qualité (chlorures, conductivité, sodium) sur les piézomètres suivis dans la nappe de la Crau

Tableau II-2 : Sources internet pour collecter les données sur le biseau salé

II. 1. 5. Données climatiques et prospectives

Les données climatiques sont issues de sources présentés dans le Tableau suivant, mais également de la bibliographie suivante :

- Modélisation de la nappe de la Crau : résultats des simulations d'exploitation – RR-38836 (BRGM, 1996),
- Analyse prospective de la sensibilité de la nappe de la Crau aux conditions de recharge et de prélèvements pour définir les termes quantitatifs d'une gestion durable de la ressource à l'horizon 2050 (SYMCRAU, 2020),
- Étude SINERGI : Analyse prospective de la sensibilité de la nappe de la Crau aux conditions de recharge et de prélèvements pour définir les termes quantitatifs d'une gestion durable de la ressource à l'horizon 2050 (SYMCRAU, HYDROFIS, AUTREMENT DIT, 2020).
- Étude sur le rôle de la gestion hydraulique dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes et des hydrosystèmes sur certains sites du Conservatoire du littoral (Tour du Valat, 2021),
- C3PO – Connaissance & Changement Climatique : Prospective et Observation, modèle de modélisation hydrologique du bassin versant de la Durance développé par le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD).

Organisme	Site internet	Type de données
Météo France	https://portail-api.meteofrance.fr/web/fr/	Données journalières/ mensuelles ou annuelles des précipitations
DRIAS Les futurs de l'eau	https://www.drias-eau.fr/commande	Paramètres du bilan hydrique (pluie efficace, évapotranspiration, ruissellement ...) actuels et futurs simulés

Tableau II-3 : Sources internet pour collecter les données climatiques

II. 2. Fiches de lecture

Le tableau ci-dessous synthétise les fiches de lecture réalisées et les types de documents associés. Ces fiches sont transmises en **ANNEXE A**.

Catégorie	ID	Titre	Type	Année	Référence
BRGM	BRGM_1	Projet GAMBAS : Mise en place d'un réseau d'observation de l'intrusion saline autour du barrage antisel de Fos-sur-Mer	Rapport final	2021	BRGM/RP - 70027 - FR
	BRGM_2	Projet SIMBA : Surveillance de l'Intrusion Marine en Basse-Crau	Rapport final	2019	BRGM/RP - 68639 - FR
	BRGM_3	Appui à la police des eaux souterraines, évaluation de l'impact de l'infiltration dans la nappe de La Crau des eaux traitées de la station de Rassuen (Bouches-du-Rhône)	Rapport	1998	BRGM/R - 40276
	BRGM_4	Modélisation de la nappe de Crau : résultats des simulations d'exploitation	Rapport	1996	BRGM/R - 38836
	BRGM_5	"MARTCRAU" : Actualisation du modèle de la nappe de la Crau	Rapport	1995	BRGM/R - 38199
Hydraulique-hydrologie	Hyd_1	Réunion thématique commune H2V Marseille Fos - Gravithy : le cycle de l'eau	Présentation	2023	
	Hyd_2	Arrêté portant prescriptions spécifiques relatives à la gestion et à l'exploitation du barrage anti-sel et de l'ouvrage du galéjon gérés par le Grand Port Maritime de Marseille en application de l'article R.214-53 du code de l'environnement.	Arrêté préfectoral	2013	
	Hyd_3	Guide pratique de l'arrosant de Crau et Sud Alpilles	Brochure - Guide	2015	
	Hyd_4	Note caractérisant la production d'Eau industrielle par le GPMM sur la ZIF (Projet CARBON)	Note	2024	
Général	G_2	Etude hydro-environnementale sur secteurs naturels et agricoles du Port Autonome de Marseille, Zone de Fos	4 phases / 4 volets	2007	ENS40228V
	G_5	Etude sur le rôle de la gestion hydraulique dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes et des hydrosystèmes sur certains sites du Conservatoire du littoral	Rapport final	2021	
SYMCRAU	SYM_1	Caractérisation des zones de sauvegarde à l'échelle locale de la ressource en eau potable pour l'avenir du territoire de la Crau	Rapports : Phase 1, 2 et 3	2016	
	SYM_2	Recommandations en matière d'urbanisme dans les zones de sauvegarde	Affiche	2016	
	SYM_3	Recommandations techniques pour la protection des eaux souterraines	Affiche	2016	
	SYM_4	Zone de Sauvegarde Exploitée (ZSE) aquifère des cailloutis de la Crau	Affiche	2016	
	SYM_5	Étude des besoins d'alimentation en eau des zones humides de la Crau (OSMOSE2)	Rapport final et note technique	2023	A00772
	SYM_6	Analyse prospective de la sensibilité de la nappe de la Crau aux conditions de recharge et de prélèvements pour définir les termes quantitatifs d'une gestion durable de la ressource à l'horizon 2050 (SINERGI)	Synthèse et plaquette	2020	20200907_vf
	SYM_7	Contribution du traçage isotopique ($\delta^{18}O$ et δD) à la compréhension et à la modélisation hydrogéologique de la nappe de la Crau	Thèse	2016	
	SYM_8	Bulletin sur l'état quantitatif de la nappe de Crau	Rapport	2019	
	SYM_9	Étude hydrogéologique de caractérisation du potentiel hydrogéologique des formations sous-jacentes aux cailloutis de la plaine de la Crau	Rapport	2024	07IMR903
	SYM_10	Bulletin de situation hydrologique de la Crau	Bulletin mensuel (mai)	2025	
Entrant	E_1	Avis technique préliminaire sur l'impact de la gestion de l'ouvrage du Galéjon sur le biseau salé, commune de Port-Saint-Louis (13)	Rapport	2011	BRDM/RP - 59986-FR
	E_2	Station de pompage du vigneirat	Dossier déclaration existence	2006	

Tableau II-4 : Fiches de lecture

II. 3. Synthèse des entretiens

Le tableau ci-après synthétise les entretiens réalisés et les types de données récupérées ou dont la demande de transmission a été faite. Les comptes-rendus des entretiens sont transmis en **ANNEXE B**.

Organisme	Contact principal	Courriel	Date entretien	Type de données / Commentaires
GPMM – Station de pompage du Vigueirat	Stéphane VEYRIER Laurent KUCHTA	stephane.veyrier@marseille-port.fr laurent.kuchta@marseille-port.fr	04/07/2025	Prévoir échange sur les mesures de salinité au niveau du Canal de la Vallée des Baux qui seront effectuées cette année. Données de mesure GPMM sur la période août-septembre 2025. (Déc2025) Historique complet du débit pompé en attente. (Jan.2026)
Fédération des structures hydrauliques (FDSH13)	Mr. PLAZY	jean-louis.plazy@orange.fr	29/07/2025	Carte et liste des adhérents des associations syndicales des canaux d'irrigation et de dessèchement. Dotations en débit par ASA. Discussion sur l'avenir de la culture du foin de Crau et la potentielle baisse des volumes d'irrigation nécessaire.
Syndicat Intercommunal du Vigueirat et de la Vallée des Baux	Nicolas HORNY	si2vb@orange.fr ou contact@sivvb.fr	26/08/2025	En attente (Jan. 2026) : mesures de niveaux d'eau sur les 10 dernières années de la station de Saint Gabriel + courbes de tarages effectuées par la DREAL + données des 4 stations installées sur le canal de la vallée des Baux pour le SD
SYMCAU	Mr. ARGOUACH	yann.argouarch@symcrau.com	24/07/2025	Données OSMOSE2, données de suivi des forages du Miocène, documents bibliographiques
SYMADREM	Mme MARRE-CAST	l.marre-cast@symadrem.fr	31/07/2025 (mail)	Pas de données dans le secteur
Conservatoire du littoral : Marais de Raphèle	Mr MASSEZ	gregoire.massez@espaces-naturels.fr	25/09/2025	Données en attente (Janvier 2026) : schéma de fonctionnement des marais, bathymétrie. Données reçues : télémétrie marais, l'accès aux données télétransmises. Discussion sur le devenir à long terme des marais et de la faune protégée. Est-ce pertinent de maintenir cette faune ici ?
RNN des Marais du Vigueirat	Mme DEBIESSE	leila.debiesse@groupe-sos.org		
Site des Trois Marais	Mme MENGARELLI	j.mengarelli@parc-camargue.fr	19/09/2025	Pas de données transmises directement – doit informer en cas de nouvelles données concernant la gestion de l'eau ou l'évolution des habitats.
BRGM	Mr BAILLY	v.bailly-comte@brgm.fr	04/09/2025	Informations sur les projets GAMBAS et SIMBA
CNR	Mr Rousset	n.rousset@cnr.tm.fr	22/09/2025	Informations sur la gestion de l'écluse
Syndicat Mixte de Gestion des Associations Syndicales du pays d'Arles (SMGAS)	Mr Raviol	p.raviol@ville-arles.fr	09/2025	Prise de RDV en attente via DDTM (Jan. 2026).

Tableau II-5 : Récapitulatif des entretiens réalisés pour la mission

III. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES BIBLIOGRAPHIQUES

III. 1. Cadre hydrologique, hydraulique et hydrogéologique du secteur

III. 1. 1. Réseau hydrographique de surface

a) Canal d'Arles à Fos

Le canal d'Arles à Fos, aussi appelé d'Arles à Bouc, a été construit (1827-1842) pour assécher et assainir les marais de la région du Pays d'Arles, éviter les embouchures du Rhône souvent impraticables et assurer les transports de marchandises vers Marseille et le port de Toulon. Ce canal, initialement construit pour la navigation, a été calibré et constitué de très hautes berges en terre avec une alimentation par le Rhône.

A l'époque, ce canal était découpé en trois secteurs via des écluses :

- le bief supérieur, situé entre les écluses d'Arles et de Montcalde,
- le bief intermédiaire, situé entre les écluses de Montcalde et de l'Etourneau,
- le bief marin, allant de l'écluse de l'Etourneau à Port de Bouc.

En 1964-1968, le canal a été recalibré entraînant la disparition des écluses de Montcalde et de l'Etourneau.

Il a été déclassé dans les années 1970, ce qui signifie qu'il n'est plus maintenu pour la navigation commerciale : l'État n'a plus l'obligation de l'entretenir comme voie navigable. Le canal a perdu sa vocation de canal de navigation en 1983 lorsque le canal du Rhône à Fos fut terminé. Le « barrage anti-sel » mis en service en 1984 ferme définitivement l'accès navigable au golfe de Fos. Avec l'installation d'un barrage anti-sel, le canal devient une véritable ressource en eau douce.

Le canal d'Arles à Fos débute en rive gauche du Rhône et au sud-ouest du centre-ville d'Arles (13), au niveau de l'écluse de Barriol ou « écluse d'Arles ». En 2022, la CNR (Compagnie Nationale du Rhône) a repris la gestion de l'écluse à VNF (Voies Navigables de France) et l'a réhabilitée pour rendre la portion Rhône - Pont Van Gogh navigable. La CNR a également effectué des travaux d'étanchéification en 2022, il n'y a donc plus de débit de fuite, en provenance du Rhône qui alimente le canal.

Le tracé du canal suit ensuite la limite entre Crau sèche et Camargue marécageuse. Ce canal se situe sur un plateau entre la mer Méditerranée et le massif montagneux de la Crau. Sa cote amont au niveau de l'écluse de Barriol est +1.00 m NGF et sa cote aval au niveau du barrage anti-sel est de + 0.35 mNGF. Long de 34.5 km, le canal présente donc une pente très faible de l'ordre de 0.002%. Ainsi, le niveau d'eau dans le canal est entièrement régulé par les affluents et le barrage anti-sel qui se situe à l'aval entre la station de pompage des eaux industrielles du GPMM et la confluence avec le canal de Navigation du Rhône au Port de Fos-sur-Mer.

Dans les années 1980, les eaux du canal n'étaient cependant pas d'assez bonne qualité du fait des rejets agricoles, des rejets de stations d'épuration et des rejets des eaux pluviales d'Arles. La trop forte salinité de ces eaux, due notamment aux eaux de drainage des zones basses, a fait que l'eau du canal est devenue impropre à l'usage industriel. Des pompages directs dans l'étang du Landre ont donc dû être effectués jusqu'en septembre 1998, date à laquelle la construction d'un contre-canal fut terminée. Ce contre-canal se situe à l'Ouest du canal d'Arles à Fos et permet la collecte des eaux de vidange salées en provenance des rizières du Plan du Bourg.

Le niveau d'eau dans le canal d'Arles à Fos, au niveau de la station de pompage et du Galéjon, est soumis à une réglementation de maintien par **l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013** :

- Niveau dans le canal en amont du barrage anti-sel toujours supérieur au niveau de la mer (de +10 cm) permettant de maintenir le niveau du biseau salé,
- Cote minimale de +0.25 mNGF en cas de niveau marin bas pour garantir le pompage d'eau douce depuis la station du Vigueirat et éviter le désamorçage des pompes.

Dimensions caractéristiques :

- Cote fond amont: - 2.33 mNGF au niveau de l'exutoire du canal de la Vallée des Baux
- Cote de fond aval : - 3.5 mNGF
- Largeur en gueule en amont : 25 m en moyenne
- Largeur en gueule en aval : 30 m en moyenne et 50 m environ au niveau du barrage anti-sel
- Talus 2/1

Le canal est géré par la CNR entre l'écluse de Barriol (d'Arles) et le pont Van Gogh sur un linéaire de 2.5 km, et par le GPMM sur toute la partie aval du pont Van Gogh, soit sur un linéaire de 31.5 km.

On constate donc que le canal :

- Présente une pente longitudinale très faible, de l'ordre de 4 cm / km;
- Est contrôlé par un ouvrage hydraulique aval unique : le barrage anti-sel, qui régule le niveau aval en fonction du niveau marin et du débit pompé.

Hypothèses retenues :

Le canal d'Arles à Fos a été construit pour la navigation et pour éviter l'embouchures du Rhône, il est supposé avoir été conçu pour être étanche vis-à-vis des eaux souterraines. Cette hypothèse est confirmée par le BRGM, qui indique que le fond du canal repose sur un substratum géologique imperméable, constitué des argiles du Pliocène.

Compte tenu de sa pente extrêmement faible et la régulation des rejets en mer exercés par le barrage anti-sel le canal peut être assimilé hydrauliquement à un plan d'eau au débit contrôlé.

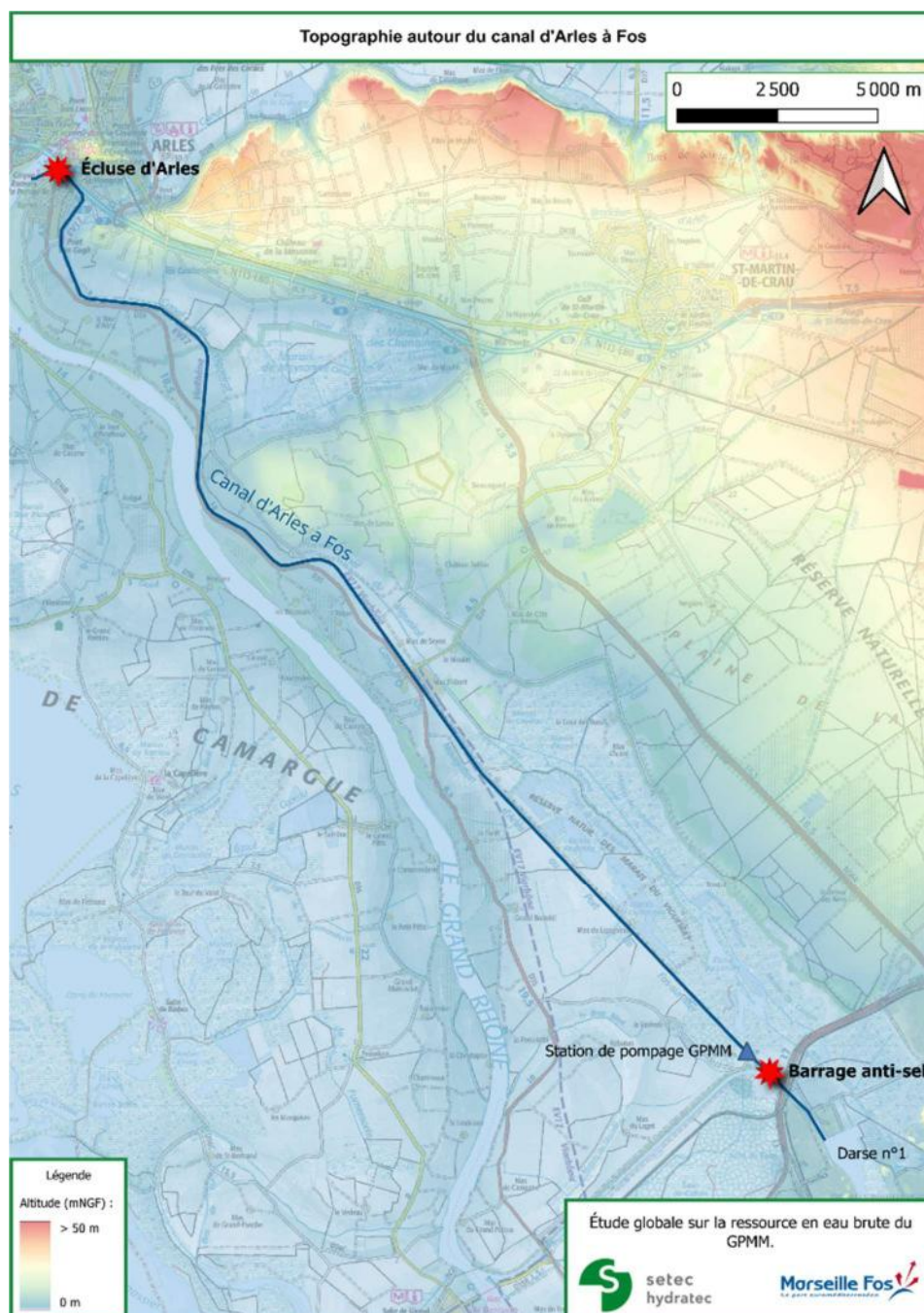


Figure III-1 : Topographie du terrain naturel autour du canal d'Arles à Fos.

b) Affluents du canal d'Arles à Fos

Le canal d'Arles à Fos comptabilise 4 affluents principaux :

1. Le **canal du Vigueirat (par l'intermédiaire de l'Étang du Landre)** : qui longe le canal d'Arles à Fos sur quasiment toute sa longueur pour le rejoindre après avoir traversé les marais du Vigueirat, l'Étourneau et le Ligagneau. Ce canal est alimenté par le bassin du Vigueirat (20 200 ha) et prend sa source dans les Alpilles avant de se déverser dans l'étang du Landre. La confluence entre les deux canaux se situe à l'aval de l'Étang du Landre via l'ouvrage du Galéjon qui en régule le débit. A l'amont de cet étang, un affluent notable du Vigueirat est le **canal Centre Crau**. De plus, un **canal de colmatage** prend sa source dans le Vigueirat au niveau du Mas-Thibert et le longe jusqu'à la zone industrielle de Fos. Le **canal de Vergière** est un affluent de ce dernier.

Le **canal du Vigueirat** (construit entre 1642 et 1647) débute au niveau de Châteaurenard, il a pour fonction principale de contenir les eaux du Rhône venant de la plaine entourant Tarascon et les envoyer directement à la mer en le plaçant le plus haut possible et en l'endiguant dans le territoire d'Arles. Ce canal, construit en superstructure afin de traverser les terres basses, a un linéaire de 46 km de Saint Gabriel à Fos et draine un bassin versant de 19 000 ha (à St Gabriel). Il est bordé au Nord par la Durance, à l'Ouest par la Montagnette, à l'Est par la Petite Crau et au Sud par la chaîne des Alpilles.

2. Le **canal de la Vallée des Baux** : qui passe sous le canal du Vigueirat via un siphon et est alimenté par le bassin Arles-Mouries (19 000 ha). Ce canal draine l'ensemble de la vallée des Baux.

Le **Canal de la Vallée des Baux** a été construit en 1646 pour permettre l'assainissement de la zone marécageuse que formait la Vallée des Baux. Un réseau comprenant de nombreuses roubines et canaux se déversent dans le Canal de la Vallée des Baux. La Vallée des Baux bénéficie également d'un réseau d'irrigation depuis 1914. Le Syndicat Intercommunal de la Vallée des baux indique que canal a un niveau d'exploitation très proche du niveau du canal d'Arles à Fos et ne dispose de quasiment pas de pente. Une surélévation même mineure du niveau du Canal d'Arles à Fos entraînerait un ennoïement de la Vallée des Baux.

3. Le **canal du Ceintureau**, le **canal de Chalavert** et le **canal de Meyranne** : qui passent tous les trois sous le canal du Vigueirat via des siphons et qui sont alimentés par le bassin versant de Meyranne (14 500 ha).
4. Le **canal de Navigation du Rhône au Port de Fos** : la confluence avec le Canal d'Arles à Fos se situe en aval du barrage anti-sel et la station de pompage du GPMM. Ainsi, le canal de navigation ne peut être considéré comme un affluent.

La majorité des affluents du canal d'Arles à Fos sont regroupés en ASA de « dessèchement des terre », de « drainage » ou « d'assainissement ». Elles ont pour objet principal l'entretien, l'exécution des travaux sur les canaux désignés dans les statuts, et l'exécution de nouveaux ouvrages (si nécessaires). Les canaux et ouvrages syndicaux sont destinés à favoriser l'écoulement des eaux du périmètre (écoulements d'irrigation, eaux pluviales, dessèchement de marais, etc.). En principe, le périmètre syndical est constitué par l'ensemble des parcelles incluses dans le bassin versant drainé.

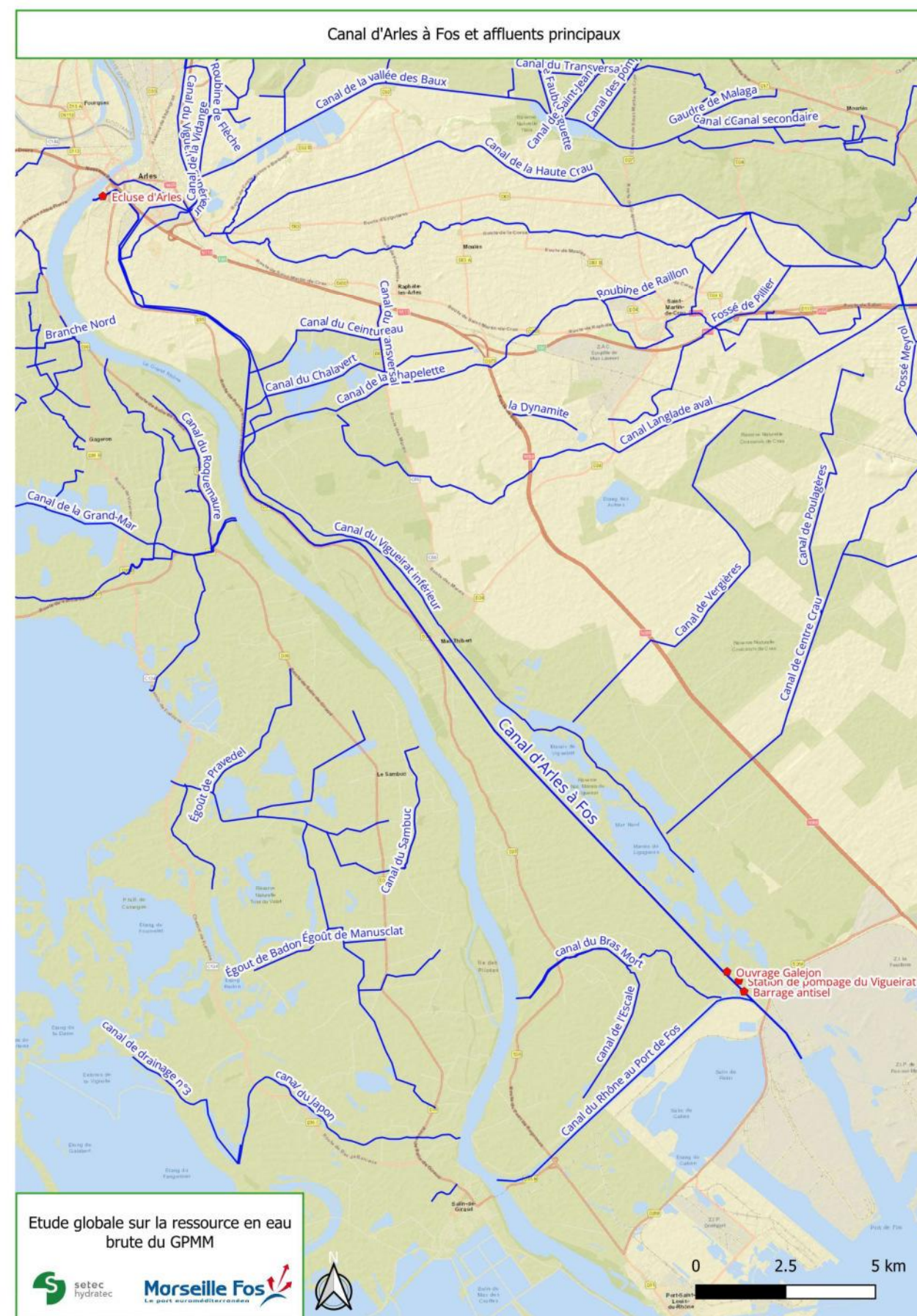
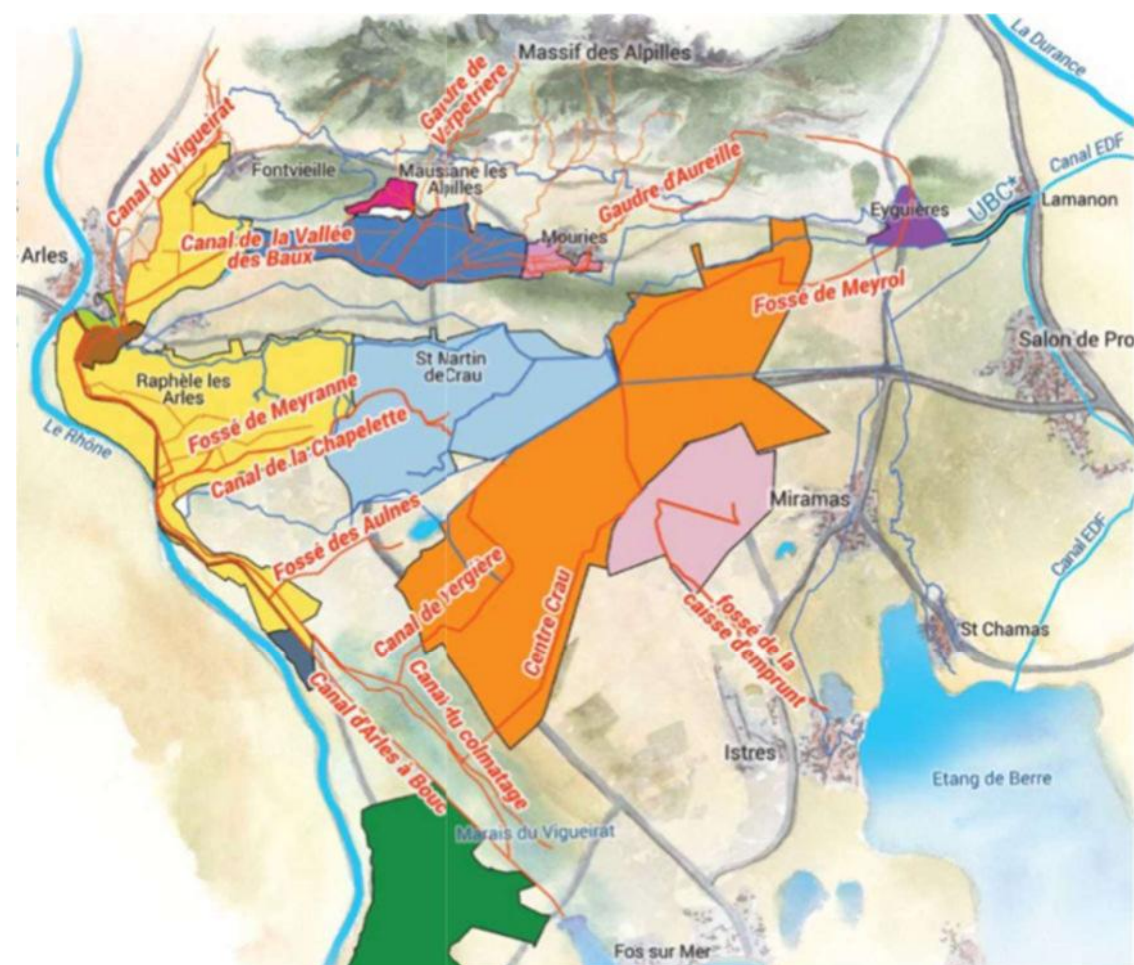


Figure III-2 : Localisation des ASA de dessèchement des terres (gauche) Affluents principaux du canal d'Arles à Fos (droite)

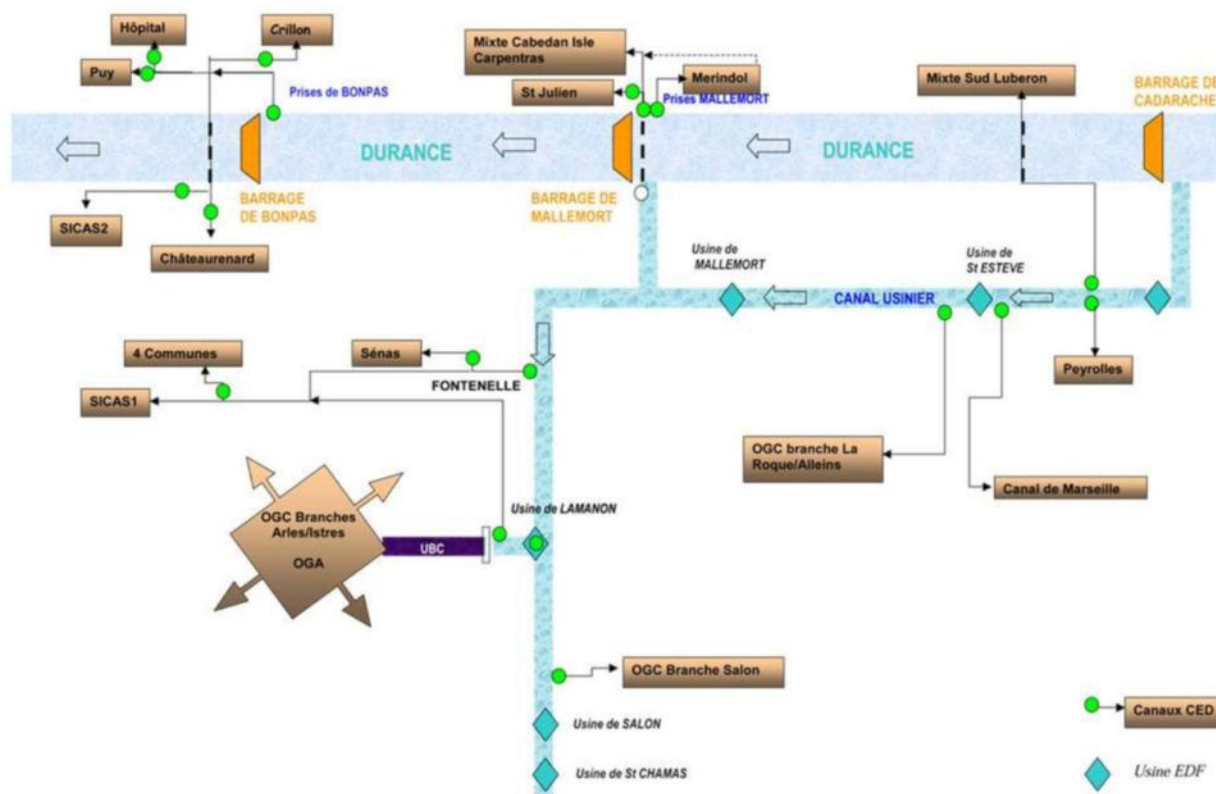


Figure III-4 : Schéma extrait de SOURSE Paca (Schéma d'Orientations pour une Utilisation Raisonnée et Solidaire de la ressource en Eau)

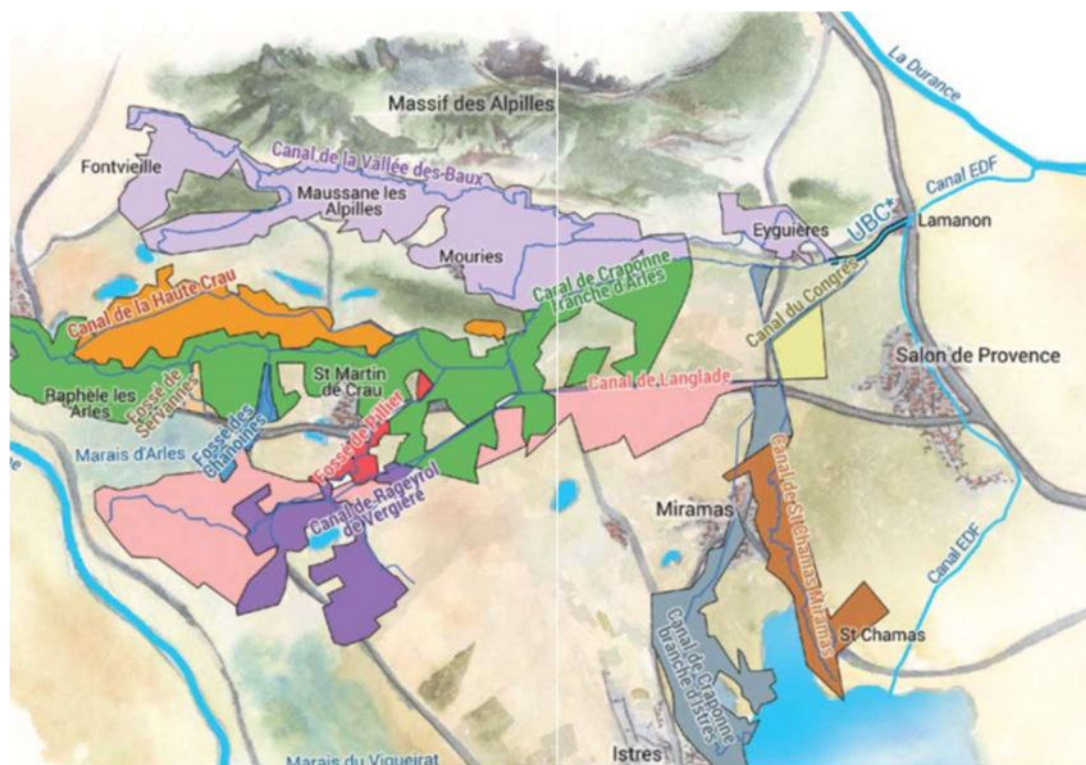


Figure III-5 : ASA gestionnaires d'eaux brutes (extrait : Guide pratique de l'arrosant Crau et Sud Alpilles)

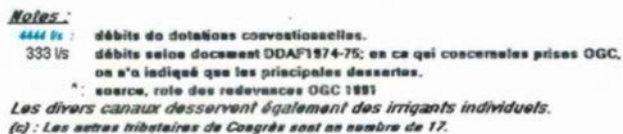


Figure III-6 : Dotations des ASA de la CRAU – Sources Fédération des structures hydrauliques 13

Hypothèse retenue : le fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos est indirectement mais majoritairement contrôlé par les apports de la Durance, via le réseau de canaux d'irrigation gérés par les ASA. Le ressuyage des surfaces agricoles irriguées en constitue donc une source d'alimentation structurante.

d) Bassins versants

Le fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos s'organise autour de quatre bassins versants naturels principaux, qui structurent les apports latéraux au canal et au canal du Vigueirat. Ces bassins versants, drainés par des réseaux de roubines, gaudres et canaux, constituent les principaux affluents fonctionnels du système.

- **Le bassin versant du Vigueirat** délimité par la Durance au nord, la Montagnette à l'ouest, la Petite Crau à l'est et le massif des Alpilles au Sud. Il a une superficie d'environ 21 000 ha. Il marque le début du **canal du Vigueirat** via plusieurs roubines et gaudres. La station hydrométrique de Saint-Gabriel permet de mesurer le débit du Vigueirat en aval de ce bassin versant.
- **Le bassin versant d'Arles-Mouriès** est lui compris entre le massif des Alpilles et La Crau (19 000 ha). Il est principalement traversé par le **canal de la Vallée des Baux**. Il comprend également les sous-bassins versants urbains eaux pluviales d'Arles.
- **Le bassin versant de Meyranne** fait quant à lui 14 500 ha et est localisé entre le massif de la Crau et le Mas Thibert. Il est drainé principalement par les 3 canaux de la vallée de Meyranne : le **canal du Ceintureau**, le **canal de Chalavert** et le **canal de Meyranne**.
- Enfin, **le bassin versant de La Crau**, d'environ 24 000 ha débute au Mas Thibert et se prolonge jusqu'à la Darse n°1 du port de Fos-Sur-Mer. Il comprend le **canal de Vergière**, le **canal Centre Crau** et le **canal de Colmatage**.

Ces affluents assurent une double fonction hydraulique :

- collecter et drainer les eaux issues de l'irrigation agricole (ressuyage des prairies de Crau),
- drainer le ruissellement des bassins versants naturels et urbains traversés (zones humides, sous-bassins urbains d'eaux pluviales, secteurs agricoles).

Hypothèse retenue : le canal d'Arles à Fos est l'exutoire principal du réseau hydrographique de la Crau.

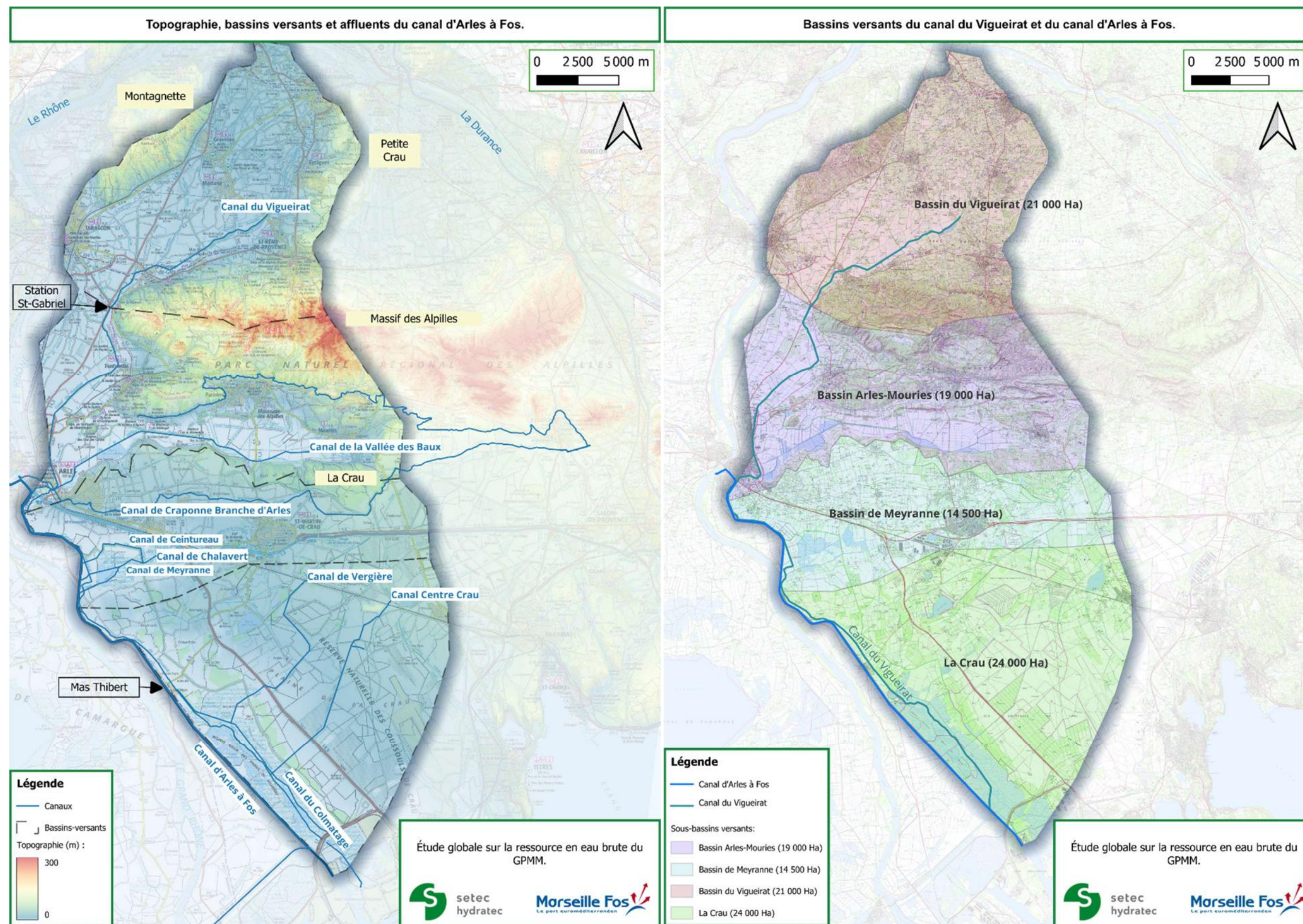


Figure III-7 : Topographie, bassins versants et affluents du canal d'Arles à Fos.

e) Zones humides

Les principales zones humides de la Crau sont localisées sur la figure ci-après.

Les zones humides les plus importantes qui intéressent notre territoire d'étude sont les marais de Meyranne/Chanoines et les marais du Vigueirat.

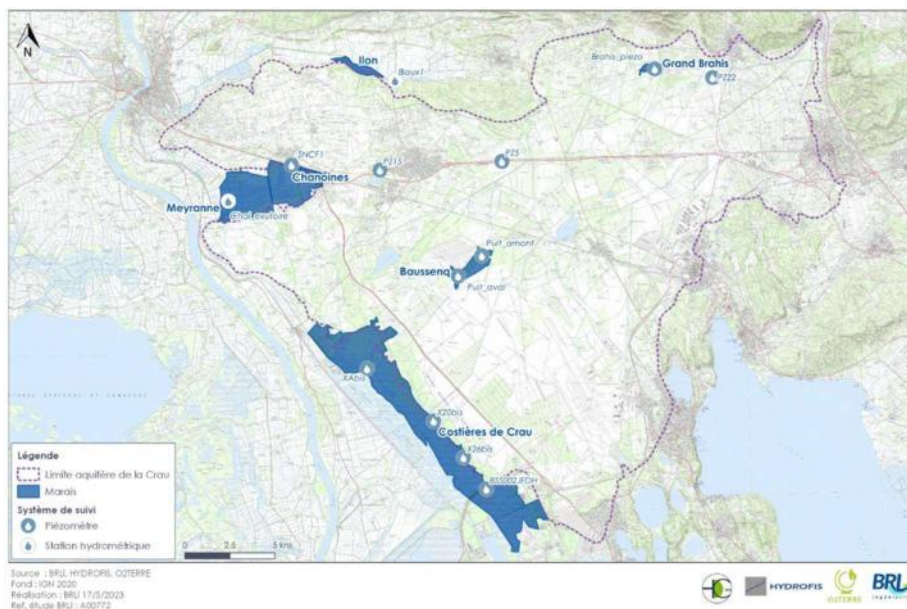


Figure III-8 : Zones humides et système de suivi sur la plaine de la Crau (source : OSMOSE2, 2023)

Le bureau d'étude écosphère a réalisé en 2018 une étude visant à identifier les zones humides d'intérêt patrimonial susceptibles d'être influencées par l'état quantitatif des eaux souterraines, ainsi qu'à caractériser leur dépendance vis-à-vis de ces dernières. La figure ci-après, présente les zones humides recensées et leur relation avec les zones d'émergence de la nappe.

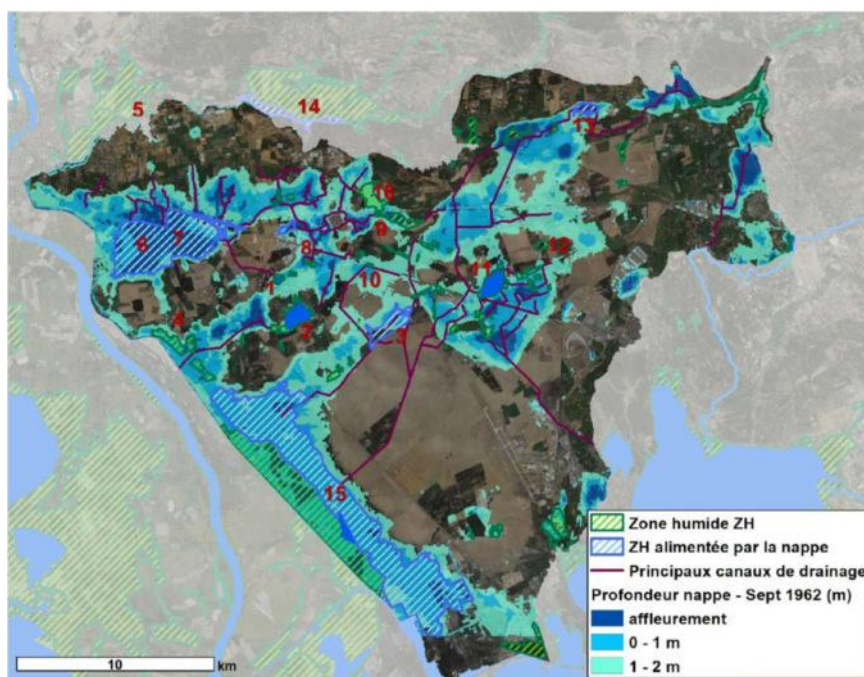


Figure III-9 : Zones humides sur la plaine de la Crau (secteurs investigués numérotés), profondeur de la nappe et milieux humides dépendants des eaux souterraines (Baillieux et al. 2019)

Marais de Meyranne et Chanoines

Le marais de Meyranne, d'une superficie de 271 hectares, s'inscrit au cœur d'un réseau hydrographique dense et structuré. Géré depuis 2010 par les *Amis du Marais du Vigueirat*, il forme, avec le marais des Chanoines, un ensemble de zones humides d'environ 1 313 hectares, situé à une altitude comprise entre 0 et +7 m NGF.

Le fonctionnement hydrologique du marais repose sur une double alimentation en eau, associant apports de surface et contributions souterraines. Les eaux superficielles proviennent principalement du ressuyage de l'irrigation par submersion des prairies de fauche, ainsi que des eaux pluviales issues des agglomérations environnantes. Parallèlement, le marais est en connexion directe avec la nappe alluviale de la Crau, dont la remontée naturelle constitue une composante majeure de son alimentation.

Cette alimentation est régulée par un dispositif hydraulique complexe, composé de neuf martelières réparties sur cinq canaux (Chalavert, Meyranne, Roubine de la Chapelette, Ceintureau et Viage), connectés au canal d'Arles à Fos.

Implanté dans une dépression naturelle à une altitude moyenne d'environ 2 m NGF, le marais favorise la remontée et le drainage des eaux souterraines de la nappe de la Crau. Les résurgences associées, localement appelées *laurons*, présentent des débits moyens de quelques centaines de litres par seconde, pouvant dépasser 1 m³/s en conditions favorables. À ce titre, le marais de Meyranne constitue la principale zone d'exutoire naturel du sillon de la nappe de la Crau d'Arles, jouant un rôle central dans la régulation hydraulique et le fonctionnement hydrogéologique du bassin.



Figure III-10 : Marais de Meyranne

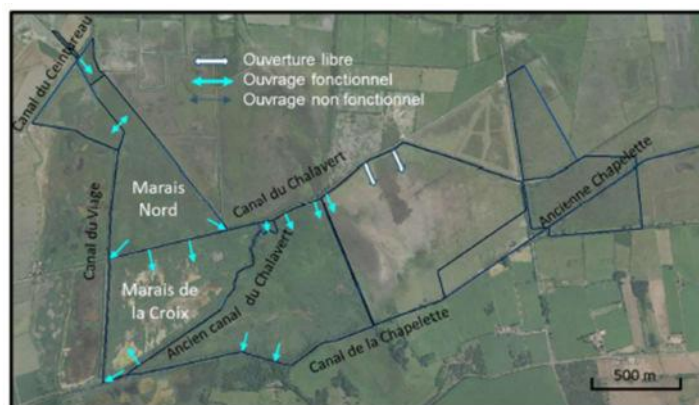


Figure III-11 : Ouvrages, pompes et prises d'eau du marais de Meyranne (source : Tour du Valat, 2021).

Marais du Vigueirat (ou Costières de Crau)

Les marais du Vigueirat, gérés depuis 2001 par l'association des *Amis du Vigueirat*, couvrent une superficie d'environ 1 122 hectares. Ils s'inscrivent au sein d'un vaste complexe de zones humides naturelles, organisé selon un axe nord-ouest – sud-est le long du canal d'Arles à Fos. L'ensemble du site est structuré par un réseau hydraulique dense, assurant le drainage des eaux vers le Vigueirat, puis vers le canal d'Arles à Fos, avant évacuation vers le milieu marin.

L'alimentation en eau douce du marais repose sur deux sources complémentaires :

- une alimentation gravitaire depuis le canal du Vigueirat,
- une alimentation par pompage depuis le canal d'Arles à Fos.

Ce dispositif permet une gestion fine et adaptative des niveaux d'eau, indispensable au maintien des habitats naturels et à l'équilibre hydrologique du site. Le réseau de gestion comprend quatre stations de pompage, trois prises d'eau et 109 martellières, qui assurent la circulation et la régulation des flux entre les différents compartiments du marais.

À l'instar du marais de Meyranne, les marais du Vigueirat sont marqués par la présence de nombreux laurons, correspondant à des résurgences de la nappe de la Crau situées en périphérie des cônes d'épandage des cailloutis. Ces émergences présentent des débits unitaires pouvant atteindre 1 m³/s, pour un débit cumulé estimé à environ 3 m³/s (P. Zürcher). L'ensemble de ces apports souterrains contribue significativement à l'alimentation du marais avant d'être drainé vers le canal d'Arles à Fos, puis vers la mer.

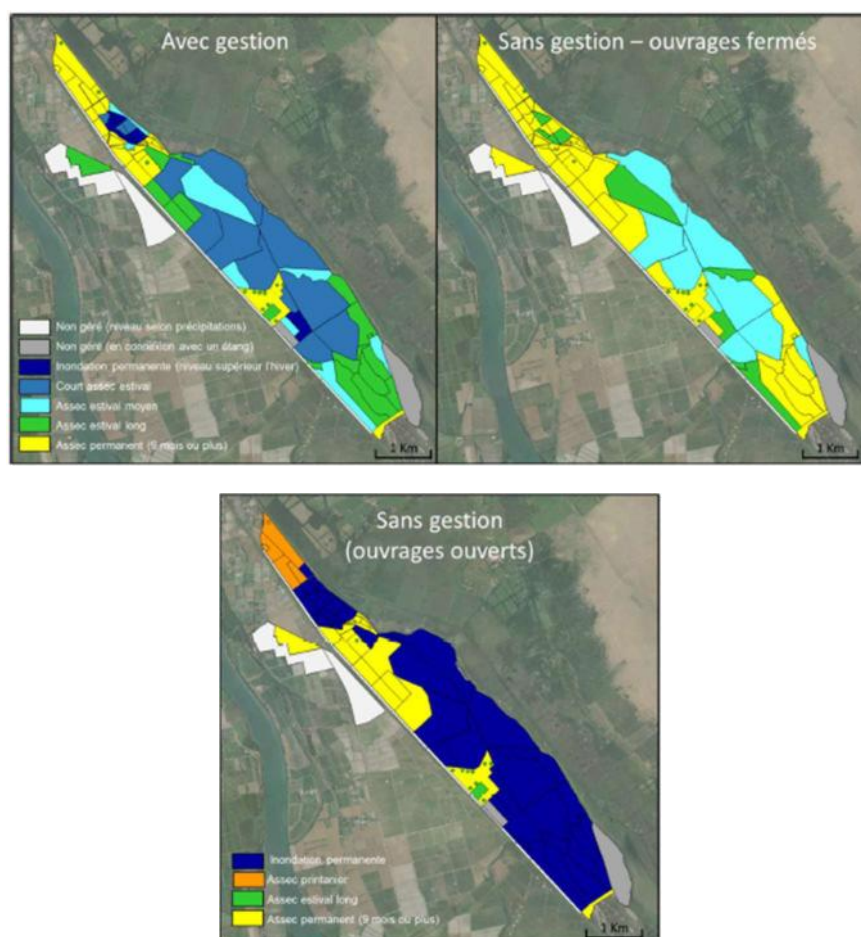


Figure III-12 : Marais du Vigueirat et état des terres avec : (a) la gestion actuelle, (b) les ouvrages fermés et (c) les ouvrages ouverts (source : Tour du Valat, 2021).



Figure III-13 : Ouvrages, pompes et prises d'eau du marais du Vigueirat (source : Tour du Valat, 2021).

Etang du Landre

L'étang du Landre constitue un vaste ensemble lagunaire situé en périphérie de la plaine de la Crau, au sein du système hydraulique du delta du Rhône. Il reçoit principalement les eaux de drainage issues de la Crau, territoire caractérisé par un réseau dense de fossés et de canaux d'irrigation destinés à évacuer les excédents hydriques provenant des nappes superficielles et de l'irrigation agricole. Ces eaux, souvent chargées en matières en suspension et en nutriments (azote, phosphore), sont collectées puis dirigées vers l'étang.

Par ailleurs, l'étang du Landre est également alimenté par les eaux issues du Vigueirat et constitue ainsi un exutoire aval du système.

Sur le plan morphologique, l'étang du Landre n'est pas un plan d'eau unique mais un complexe de plusieurs plans d'eau interconnectés, de profondeurs variables, séparés par des digues, bourrelets sableux ou zones de végétation palustre. Cette configuration morcelée favorise la diversité écologique du site, en créant une mosaïque d'habitats allant des zones en eau libre aux roselières et prairies humides.

D'un point de vue fonctionnel, le système de l'étang du Landre agit comme un bassin tampon dans la gestion des flux hydriques : il contribue à la décantation des eaux de drainage, à la régulation des crues et à la recharge des nappes locales. Ce rôle en fait un élément essentiel du fonctionnement hydraulique et écologique de la plaine de la Crau et du delta du Rhône.

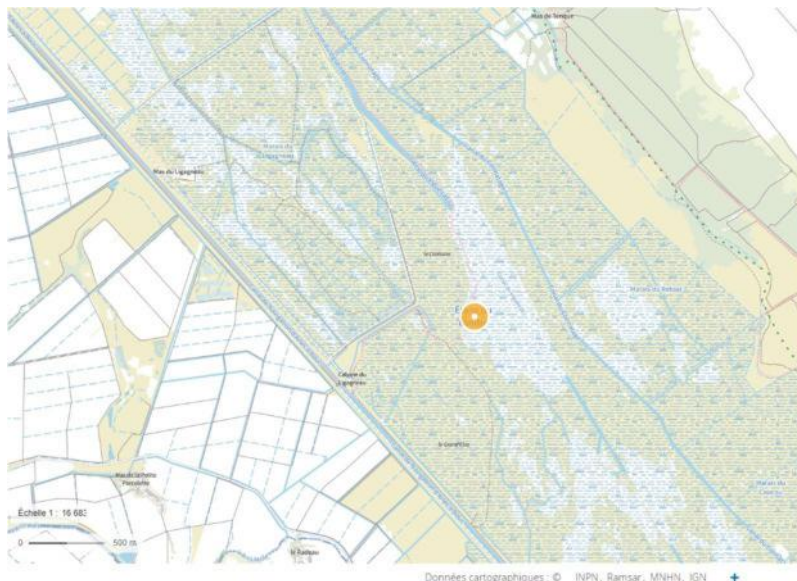


Figure III-14 : Localisation de l'étang du Landre

Rôle fonctionnel du canal sur les zones humides

Hypothèse retenue :

Le canal d'Arles à Fos ne constitue pas la source d'alimentation principale des zones humides de la Crau, mais en est le régulateur hydraulique aval. Par sa fonction de drainage et par les niveaux qu'il impose, il conditionne leur fonctionnement hydraulique, leur connectivité et leur équilibre écologique.

Des niveaux trop bas améliorent le ressuyage des terres mais peuvent abaisser le niveau d'eau moyen des zones humides, tandis que des niveaux trop hauts risquent d'inonder ces milieux.

III. 1. 2. Synthèse du réseau hydrographique de surface

Le canal d'Arles à Fos peut être considéré comme un plan d'eau régulé dont le rôle fonctionnel principal est d'assurer le drainage des eaux agricoles et le ressuyage des terres.

La principale source de son approvisionnement est constitué par les eaux agricoles de la plaine de la Crau qui l'alimente gravitairement elles-mêmes liées à la ressource durancienne et la nappe de Crau.

Les zones humides de la Crau dépendent du même réseau hydrologique agricole et de la nappe de Crau. Le principal rôle fonctionnel du canal d'Arles à Fos vis-à-vis des zones humides est d'en assurer le drainage. Il peut être utilisé comme ressource ponctuelle et limitée pour les marais du vigeirat.

Les niveaux du canal sont réglementés par arrêté préfectoral et régulés par le barrage anti-sel. Ces niveaux ont été définis pour conserver l'équilibre nécessaire entre besoins agricoles et besoins des zones humides. L'objectif étant d'assurer le ressuyage des terres sans pour autant assécher les marais.

La capacité globale du système à maintenir ces niveaux constitue donc la pierre angulaire de la problématique : l'augmentation des prélèvements du GPMM sont-ils compatibles avec le maintien des niveaux réglementaires du canal ? Le système de régulation barrage anti-sel, ouvrage du galéon et pompage est-il en mesure de répondre à ce besoin ?

III. 1. 3. Contexte hydrogéologique

a) Présentation générale et localisation des aquifères

La nappe alluviale de la Crau, identifiée dans la BD LISA sous le code **L5125**, est un aquifère libre développé dans les alluvions quaternaires de la plaine de la Crau, entre la Durance, les Alpilles et la Camargue. Les éléments principaux descriptifs sont présentés ci-après.

La nappe libre est localisée partie ouest du département des Bouches-du-Rhône, limitée par les Alpilles et marais des Baux au nord, le massif de Vernègues – Lançon-de-Provence – étang de Berre à l'est, et la Camargue au sud-ouest. Le canal d'Arles à Fos se situe sur la limite Ouest de la nappe, à se cheval entre la partie libre et captive de l'aquifère.

L'aquifère libre est constitué de cailloutis très perméables, concentrés dans les paléo-vallées de la Durance.

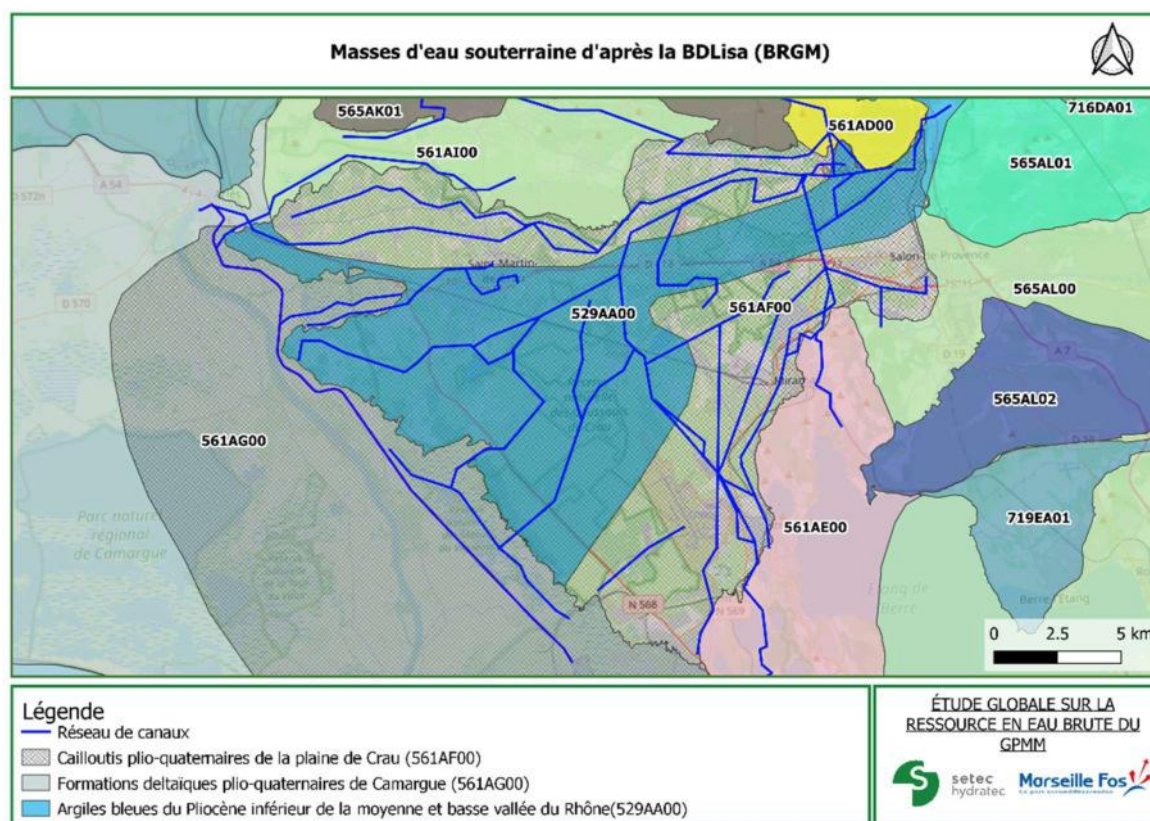


Figure III-15 : Masses d'eau souterraine (DCE)

b) Écoulement piézométrique et exutoire

Piézométrie

L'écoulement piézométrique global est dirigé du seuil de Lamanon (nord-est) vers les marais de Meyranne et de Fos-sur-Mer (sud-ouest). Le cycle de recharge est inversé par un cycle classique : hautes eaux en été (irrigation) et basses eaux en hiver.

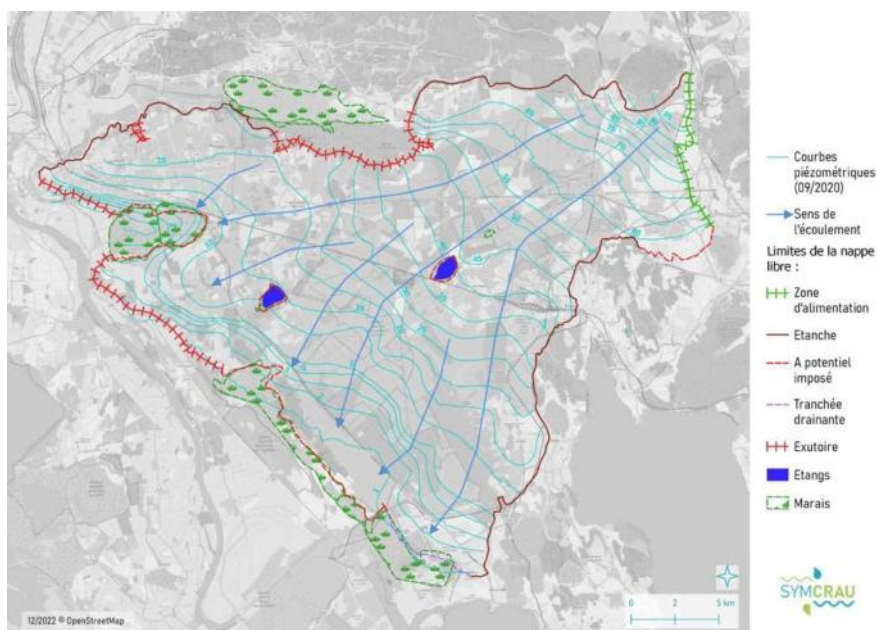


Figure III-16 : Fonctionnement de la nappe phréatique libre de la Crau (source : SYMCRAU)

Exutoires

Les exutoires principaux sont les zones humides et marais périphériques (Vigueirat, Meyranne) alimentés par des laurons, mais également le canal d'Arles à Fos.

c) Fonctionnement hydrologique de la nappe de la Crau

La recharge annuelle de la nappe de la Crau est estimée à environ 370 millions de m³/an, dont 70 % proviennent de l'irrigation gravitaire des prairies de foin de Crau et 30 % des précipitations naturelles.

L'étude SINERGI a permis de structurer la nappe en trois grandes zones hydrodynamiques :

- Zone nord : zone de recharge fortement influencée par l'irrigation,
- Zone centrale : principalement alimentée par les pluies et bordée par le canal d'Arles à Fos,
- Zone est : zone de drainage stratégique pour l'alimentation en eau potable et les équilibres hydrauliques.

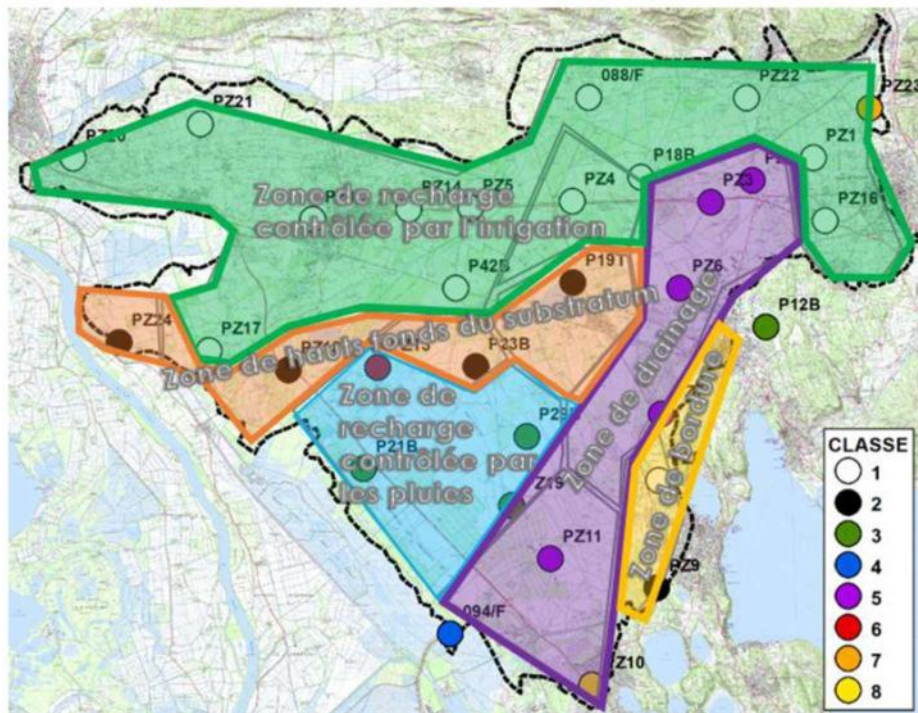


Figure III-17: Grande zone de cohérence du régime piézométrique

Le bilan hydrologique régional s'appuie sur un modèle hydrodynamique intégré, qui quantifie précisément les flux entre hydrosystèmes de surface et souterrains. Ce modèle estime notamment un flux moyen de la nappe vers le canal d'Arles à Fos d'environ 1,2 m³/s entre 2011 et 2018, positionnant ce canal comme un exutoire naturel partiel de l'aquifère.

Sur le plan des ressources en eau, la Durance alimente les canaux de la Crau avec un volume total d'environ 425 millions de m³/an, dont une part importante est dédiée à l'irrigation (240 millions de m³/an), tandis que les autres exutoires des canaux évacuent environ 185 millions de m³/an

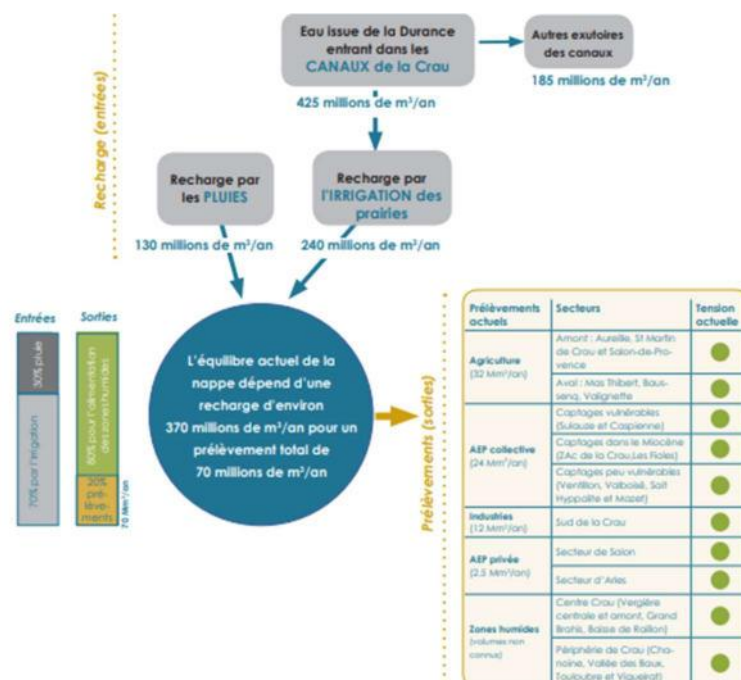


Figure III-18 : Bilan hydrologique en 2020 de l'eau en Crau (en 2020) (étude SINERGI, 2019)

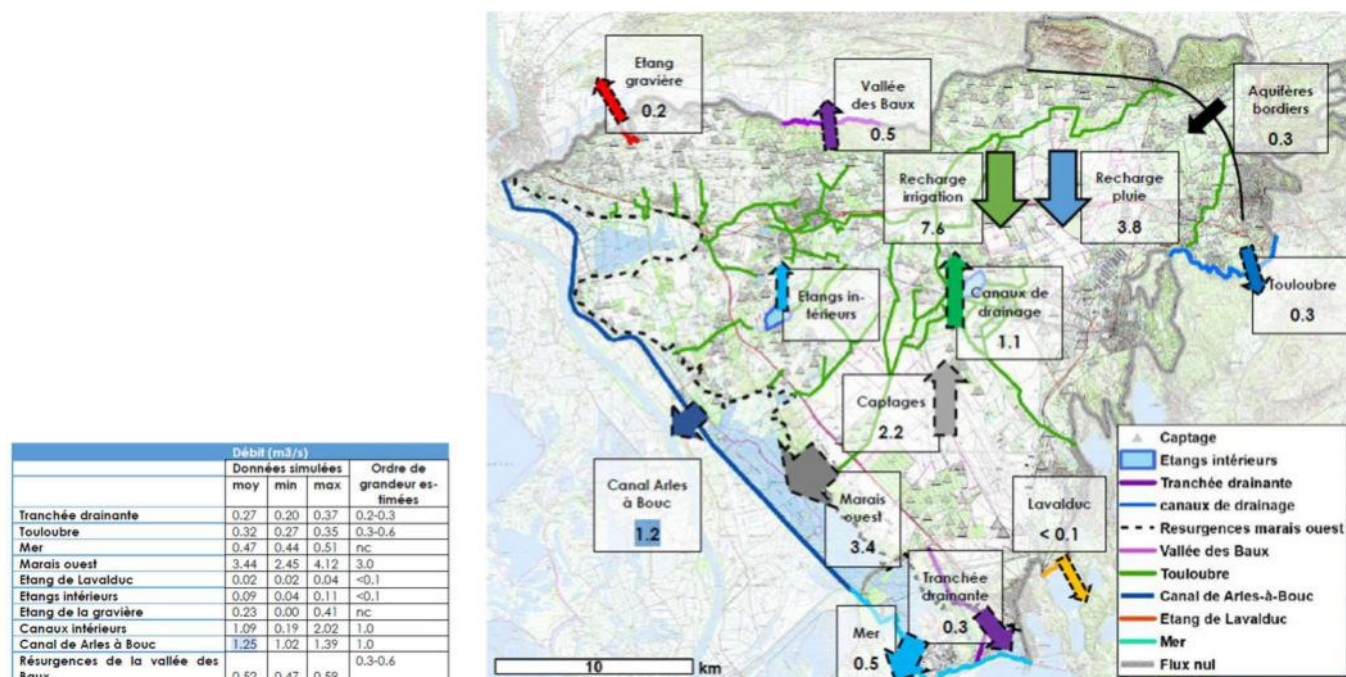


Figure III-19 : Flux entrant et sortant de la nappe de la Crau exprimés en m3/s (source SINERGI, 2020)

d) Biseau salé

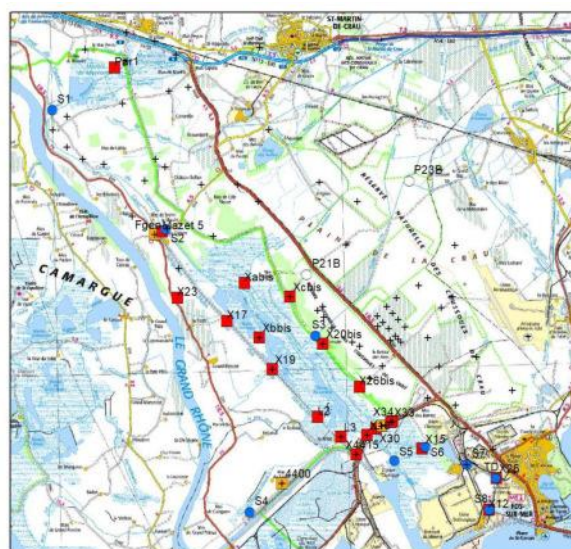
Depuis les années 1960, de nombreuses études hydrogéologiques ont été menées sur la nappe alluviale de la Crau, en particulier dans la Basse Crau, zone sensible à l'intrusion saline.

En effet, les aménagements industriels de Fos-sur-Mer et les ouvrages hydrauliques associés (canal d'Arles à Fos, barrage anti-sel, darses du GPMM) ont modifié les équilibres hydrauliques régionaux, nécessitant une meilleure compréhension des interactions entre la nappe, le canal d'Arles à Fos et la mer. Les résultats des études récentes SIMBA et GAMBAS sont restitués ci-après.

A noter, qu'actuellement, la position du biseau salé dans l'aquifère des cailloutis de Crau se trouve dans une situation critique mais relativement stable avec des captages AEP très proches de sa limite d'extension (Pissarotte). Aucune tendance à la dégradation n'est actuellement identifiée en raison de la stabilité actuelle des conditions hydrodynamiques sur la basse Crau.

Projet SIMBA

Dans le cadre de l'étude SIMBA, un réseau de suivi des niveaux d'eau (surface et souterraine) et de la salinité entre Arles et le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) a été mis en place (il est désormais abandonné).



Légende

Niveau d'eau
 ● Suivi eau de surface
 ○ Piézométrie continue
 + Piézométrie manuelle

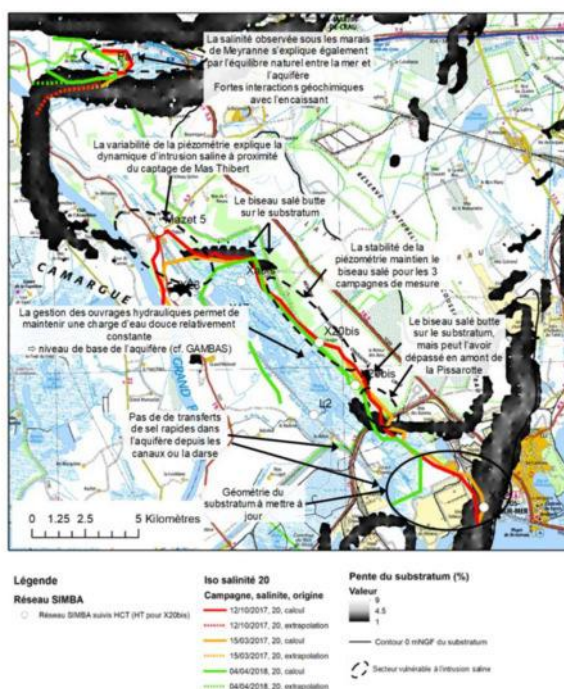
Réseau SIMBA
Diagrammes
 ■ réseau principal
 ■ réseau secondaire

0 1.25 2.5 5 Kilomètres

Figure III-20 : Localisation des points de suivis du réseau SIMBA (RP-68639-FR)

Les principaux résultats issus de l'étude sont les suivants :

- En Basse Crau, la piézométrie est faiblement variable et contrôlée par les laurons et canaux ;
- La variabilité saisonnière liée à l'irrigation est absente dans ce secteur (seule la recharge pluviométrique est perceptible) ;
- La fluctuation du niveau marin influence directement la piézométrie ;
- Le barrage anti-sel limite l'intrusion dans le canal.
- La recharge par irrigation est un facteur essentiel pour contenir la salinisation.



Légende

Réseau SIMBA
 ○ Réseau SIMBA suivi HCT (HT pour X20bis)

Iso salinité 20
 Campagne salinité, origine

12/10/2017, 20, calcul
 12/10/2017, 20, extrapolation
 15/03/2017, 20, calcul
 15/03/2017, 20, extrapolation
 04/04/2018, 20, calcul
 04/04/2018, 20, extrapolation

Pente du substratum (%)
 Valeur

9
 4.5
 1
 Contour 0 mNGP du substratum
 Secteur vulnérable à l'intrusion saline

Figure III-21 : Synthèse des résultats du projet SIMBA (BRGM/RP-68687-FR)

L'étude renseigne également sur les relations hydrauliques entre le canal d'Arles à Fos et la nappe alluviale. Elles sont présentées ci-après.

Le canal d'Arles à Fos constitue l'une des conditions limites aval essentielles pour la nappe alluviale de la Basse-Crau et l'étude montre un système fortement couplé où les modifications du niveau du canal se répercutent rapidement sur l'aquifère côtier :

- Il contrôle la piézométrie locale car il impose une charge hydraulique quasi stable autour de 0.00 à +1.00 m NGF :
- Les échanges de flux canal – nappe sont inversés selon les conditions hydrologiques (enregistrements croisés S1,S5,L2) :
 - En crue : le niveau du canal dépasse celui de la nappe → flux du canal vers la nappe.
 - En basses eaux : le niveau du canal reste plus élevé en amont, mais s'abaisse localement en aval → la nappe peut réalimenter les eaux de surface.
- Les ondes de crues se propagent depuis le canal du Vigueirat jusqu'au canal d'Arles à Fos, entraînant une élévation rapide du niveau dans la nappe.
 - Directement dans les darses et canaux connectés à la mer,
 - Indirectement dans la nappe, avec un signal atténué mais présent au pas horaire/demi-journalier (ex. L2 localisé sur la figure 21)

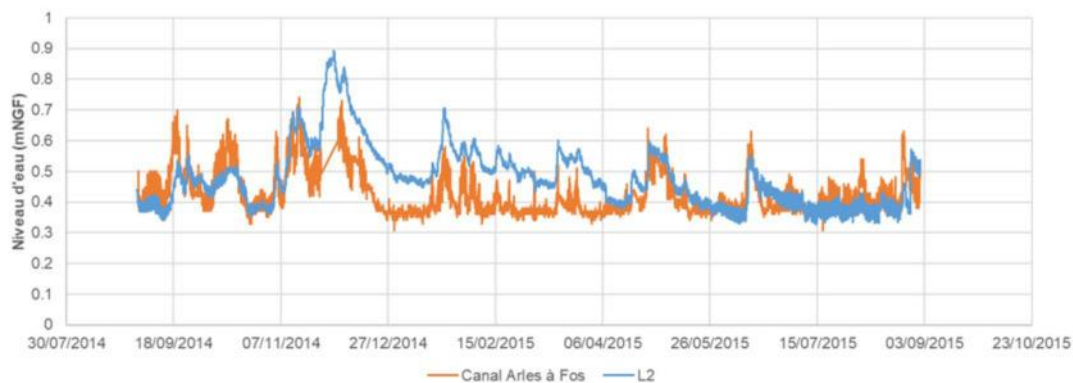


Figure III-22 : Comparaison des niveaux d'eau mesurés sur le canal d'Arles à Fos et du niveau piézométrique (L2) en amont du barrage du Galéjon

- La gestion des ouvrages (barrage anti-sel, clapets, niveau du Galéjon) influence directement :
 - Le maintien d'un niveau d'eau élevé en amont (ex. S1 localisé sur la figure 21)
 - La transmissivité entre canal et nappe
 - Les échanges en période d'étiage

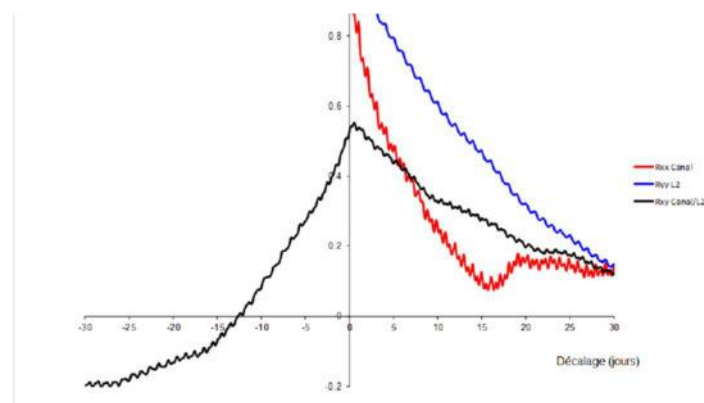


Figure III-23 : Corrélogrammes simples et croisés de niveau d'eau du canal d'Arles à Fos et de la piézométrie mesurée à L2 – période septembre 2014-septembre 2015 au pas de 2h (étude SIMBA, BRGM)

La carte obtenue en avril 2018 permet de bien mettre en évidence l'existence d'une dépression piézométrique qui coïncide avec la dépression du Vigueirat, drainée par le canal d'Arles à Fos et par ses contributeurs jusqu'à la darse n°1. Cette dépression piézométrique permet ainsi de drainer les eaux en provenance de la Crau, mais aussi celles provenant de la partie amont de la Camargue, comme le suggérait l'esquisse piézométrique proposée par de Montety (2008) en tenant compte d'une correction de salinité sur le calcul des gradients hydrauliques pour cette partie salée de l'aquifère.

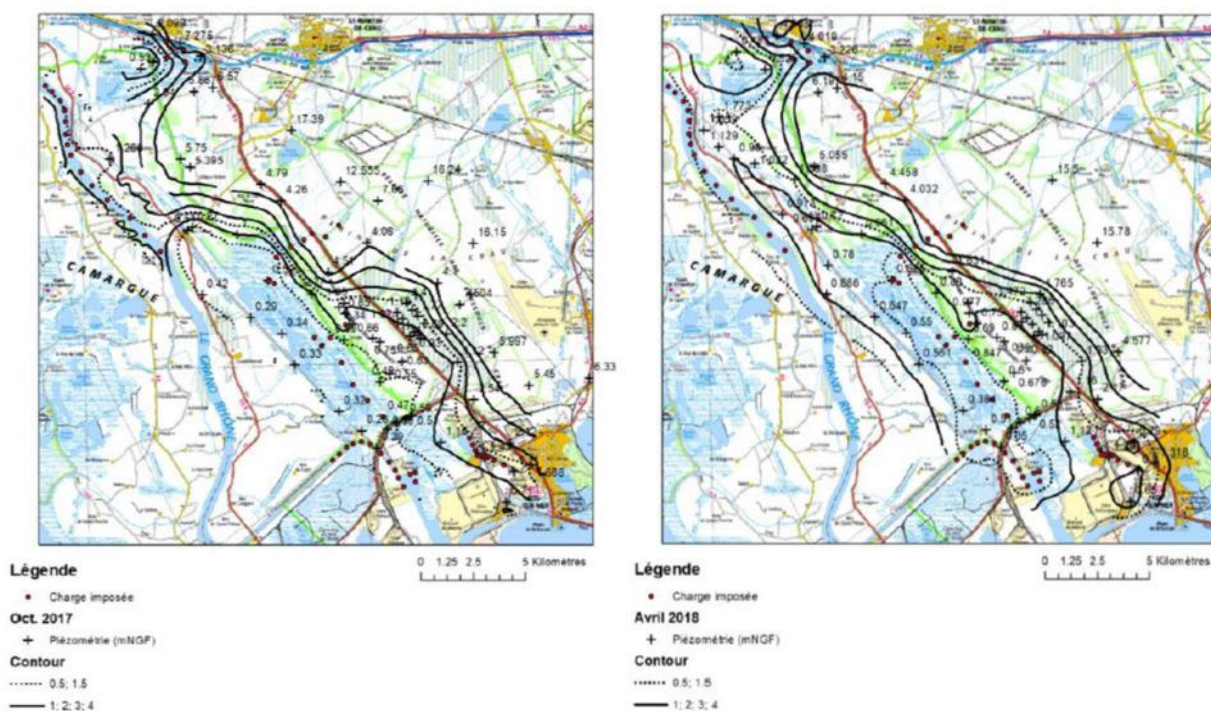


Figure III-24 : Cartes piézométriques obtenues en octobre 2017 (A) et avril 2018 (B) par krigeage avec prise en compte des conditions limites de charges imposées (étude SIMBA, BRGM)

Hypothèse retenue :

SIMBA portait uniquement sur le rôle du canal dans sa partie aval (en aval de Mas Thibert).

Dans ce secteur, le canal d'Arles à Fos impose une charge hydraulique stable qui favorise le drainage des eaux et contribue indirectement à limiter l'avancée du biseau salé, tandis que le barrage anti-sel et la recharge par irrigation restent les facteurs essentiels de protection contre la salinisation.

Projet GAMBAS

Le projet GAMBAS avait pour vocation d'approfondir les résultats de SIMBA (tronçon aval du canal d'Arles à Fos, en amont ouvrage du Galéjon) et d'analyser les transferts de salinité entre les eaux douces de surface (contrôlées par les ouvrages hydrauliques), la nappe alluviale exploitée pour l'AEP, la mer et le biseau salé.

Le dispositif mis en place dans le cadre de l'étude est le suivant :

- Réseau de suivi piézométrique et de salinité autour du barrage anti-sel ;
- Doublets piézométriques pour mesurer les flux verticaux (nappes libres et captives) ;

- Points de suivi en surface pour relier le drainage agricole, le canal et l'étang du Landre.



Figure III-25 : Localisation des points de suivi du réseau GAMBAS

Les résultats principaux sont les suivants :

- Le niveau piézométrique de la nappe, en partie aval du tronçon du canal d'Arles à Fos est corrélé aux niveaux marins, pas à ceux du canal ;

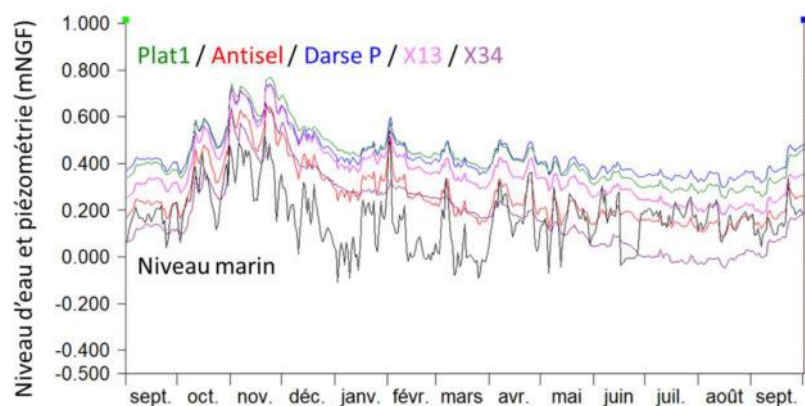


Figure III-26 : Comparaison de la piézométrie des points du réseau GAMBAS avec le niveau marin, moyennes journalières (RP-70027-FR)

- Le contact entre la nappe des cailloutis et la mer est ancien, antérieur aux aménagements portuaires ;
- Les aménagements (canal d'Arles à Fos, darses) ont modifié l'équilibre, favorisant une progression du biseau salé vers l'amont ;
- Actuellement, la gestion des ouvrages hydrauliques du GPMH n'a pas d'impact significatif sur la nappe ni sur la dynamique du biseau salé.

Le système est dominé par les niveaux marins et les conditions hydrauliques locales.

- La nappe libre de la Crau s'écoule naturellement vers les fossés et canaux de drainage, puis vers le Vigueirat et l'étang du Landre.
- Les ouvrages du GPMH régulent les niveaux d'eau de surface (drainage, protection contre l'intrusion saline).

- Le barrage anti-sel protège efficacement les usages en surface,
- Le maintien de l'irrigation gravitaire est indispensable pour soutenir la recharge et freiner l'avancée du biseau.

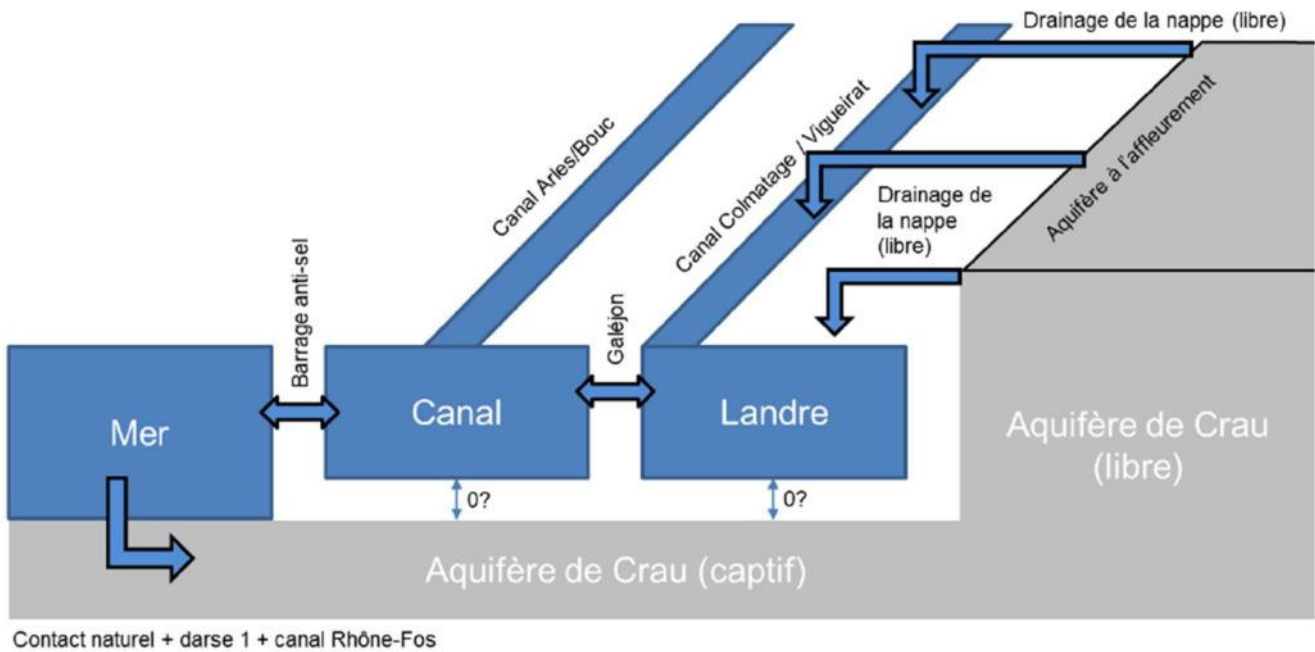


Figure III-27 : Modèle conceptuel des relations hydrodynamiques entre l'aquifère de la Crau, les eaux douces de surface et la mer (GAMBAS)

Hypothèses retenues :

La gestion des ouvrages du GPMM n'influencent pas le déplacement du biseau salé qui semble plutôt lié au niveau de la mer.

Le tronçon du canal d'Arles à Fos en aval de Mas Thibert ne semble pas favorable aux échanges directs de flux avec la nappe. Les échanges se font à priori indirectement via le Vigueirat et les zones humides : Marais du Vigueirat et Etang du Landre.

III. 1. 4. Synthèse du contexte hydrogéologique

Les prélèvements et la régulation du GPMM n'ont pas d'influence sur les échanges entre la nappe et le canal sur le secteur proche de la station de pompage.

Ceci conforte l'hypothèse soulevée sur le réseau hydrographique de surface. La capacité du système de gestion des niveaux du canal à maintenir les côtes réglementaires en tenant compte des augmentations de prélèvements devra être démontrée.

III. 2. Fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos

III. 2. 1. Ouvrages et modalités de régulation

L'écluse de Barriol, fermée depuis plusieurs années ne permet plus d'alimenter le canal d'Arles à Fos. L'alimentation du canal d'Arles à Fos résulte d'un ensemble de contributions hydrauliques comprenant les échanges avec le Galéjon, les apports régulés transitant par l'étang du Landre et les flux issus de plusieurs affluents et canaux secondaires non régulés.

a) Ouvrages de régulation non fonctionnels

Plusieurs ouvrages, situés notamment sur le Vigueirat, servaient à alimenter le canal d'Arles à Fos lorsque celui-ci servait de canal de navigation. Depuis que ce n'est plus le cas, ces ouvrages sont fermés ou non fonctionnels :

- **la vanne du Contour** : qui mettait en relation le Vigueirat et le canal d'Arles à Fos par l'intermédiaire d'un chenal de 80 m de long. Elle servait à alimenter le canal d'Arles à Fos par le Vigueirat lorsque le Rhône était trop bas.
- **écluse de Montcalde** : créant un dénivelé de 0,9 m elle servait à maintenir un niveau d'eau suffisant pour alimenter le canal d'Arles à Fos via la vanne du Contour en cas de bas niveau du Rhône. Aujourd'hui, elle est complètement ouverte.
- **écluse de l'Etourneau** : en aval de Mas Thibert, les portes de cette écluse ont été démontées, seule une partie des murs de soutènement subsiste.
- **l'écluse de Barriol** : autrement appelée écluse d'Arles, elle fait 16m de large, 205 m de long, et dispose de 4 portes de 40 tonnes.



Figure III-28 : Écluse de Barriol

b) Ouvrages de régulation fonctionnels

Le fonctionnement hydraulique du système repose avant tout sur la **régulation du niveau d'eau** dans le canal, assurée conjointement par les trois ouvrages localisés sur la figure ci-après:

- le barrage anti-sel (BAS), en aval, contrôle la restitution vers la mer et empêche les remontées d'eau salée ;
- l'ouvrage du Galéjon, en amont, gère les échanges avec l'étang du Landre et contribue au ressuyage et à la préservation des milieux naturels ;
- la station de pompage du Vigueirat, située entre les deux, assure le prélèvement d'eau douce pour l'alimentation industrielle.



Figure III-29 : Ouvrages de régulations fonctionnels sur le canal d'Arles à Fos

Le barrage anti-sel et l'ouvrage du Galéjon remplissent plusieurs rôles :

- Empêcher une remontée des eaux salées dans le canal d'Arles à Fos afin, notamment, de protéger le pompage en eau industrielle du GPMM mais aussi les pompages en eau douce des différents domaines agricoles situés le long du canal ;
- Empêcher une avancée du biseau salé dans la nappe de Crau et principalement dans le secteur de la Pissarotte en maintenant un niveau d'eau douce suffisant dans l'étang du Landres.
- Évacuer les eaux du canal d'Arles à Fos et du réseau hydrographique en général, le plus rapidement possible, tout en respectant les conditions imposées par l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013 (explicité dessous).

Barrage anti-sel

Le Barrage anti-sel se situe à l'exutoire du canal d'Arles à Fos, dans la darse n°1. Il est constitué d'un clapet central mobile et de deux vannes latérales « wagon » s'ouvrant par le fond.



Figure III-30 : Barrage anti-sel – Vue depuis l’aval (à gauche) et depuis l’amont (à droite) (octobre 2025)

Les dimensions de l’ouvrage sont les suivantes :

- Cote de fond amont : - 5.00 m NGF
- Cote de fond aval : - 4.00 puis – 5.00 m NGF
- Clapet central :
 - Largeur de 15.25 m et une hauteur de 2.5 m
 - Cote radier – 0.55 m NGF
 - La vitesse de manœuvre du vérin est de 10 cm/min et la capacité totale de ce clapet est de 30 m³/s
- Vannes wagon :
 - Largeur de 8.50 m pour une hauteur de 5 m
 - Cote radier – 3.5 m NGF
 - La vitesse de manœuvre est de 30 cm/min, la capacité de chaque vanne est de 32.5 m³/s.

Ainsi, la capacité totale d’évacuation de cet ouvrage est de 95 m³/s (source : GPMM).

Ouvrage du Galéjon

Cet ouvrage implanté en aval de l’étang du Landre, au niveau de la confluence dans le Canal d’Arles à Fos, permet de bloquer la remontée d’eau salée par intrusion marine dans d’étang du Landre, notamment en période d’étiage ou lors de marées hautes exceptionnelles.

Il est constitué de 3 vannes commandées par des treuils de largeur 3.8 m (source : BCEOM 2007). Afin de réguler le niveau dans l’étang du Landre, deux sondes sont situées en amont et en aval de cet ouvrage. Ce système a été automatisé en 1996 et est géré par le GPMM qui en fait un suivi régulier.



Figure III-31 : Ouvrage du Galéjon – Vue depuis l’aval et vue vers l’amont (octobre 2025)

Arrêté préfectoral du 7 novembre 2013

Cet arrêté porte sur l’exploitation et l’entretien du barrage anti-sel et de l’ouvrage du Galéjon.

2 périodes sont prévues pour réglementer la manipulation des ouvrages :

- Période verte : Il s’agit de la gestion courante des équipements.
- Période Orange : Alerte Cette période s’enclenche avec : Le relevé d’une cote supérieure ou égale à 0,50 NGF en amont du Barrage anti-sel. La fin de la période orange est dictée par : Le relevé d’une cote inférieure à 0,50 NGF en amont du Barrage anti-sel.

En période verte :

Il s’agit de la gestion courante des équipements.

Barrage anti-sel (ouvrage de régulation)

Le niveau du canal (amont) suit le niveau de la mer (aval) avec une consigne de +0,10 m au-dessus du niveau de la mer. Pour autant, le niveau du canal est maintenu à une cote minimale de 0,25 m NGF pour garantir un pompage d’eau douce par la station du Vigueirat.

Afin de contrôler et d’atteindre cet objectif, les côtes amont et aval de l’ouvrage sont suivies en continu et le système a pour objectif de maintenir une différence positive de 10 cm entre la cote amont et la cote aval de l’ouvrage.

Le clapet central s’ajuste en permanence avec un hystérésis de 30 mm afin de maintenir cet écart. Il permet de réguler à +0,10 m au-dessus du niveau de la mer.

Ajustements

Le dispositif de vigilance renforcé est activé dans les situations suivantes :

- Conductivité mesurée par un capteur en continu dans le canal (amont) supérieure à 1 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$,

Ou

- Niveau supérieur à +0,50 m NGF en amont du barrage anti-sel.

Ouvrage du Galéjon

Le niveau de l'étang du Landre, en amont de l'ouvrage du Galéjon, est régulé en fonction du niveau du canal (aval de l'ouvrage).

Le seuil d'ouverture des vannes est fonction du niveau de l'étang du Landre. Sa valeur est de +0,03 m par rapport au niveau du canal et est ajustable au besoin en supervision.

Le seuil de fermeture des vannes est fonction du niveau de l'étang du Landre. Sa valeur est de +0,01 m par rapport au niveau du canal et est ajustable au besoin en supervision.

Tout le système est automatisé et a pour objectif de maintenir :

- une différence de 3 cm entre l'amont et l'aval de l'ouvrage et ceci dans le but d'éviter des remontées d'eau dans l'étang du Landre,
- une cote minimale de 0,30 m NGF dans l'étang du Landre, en amont de l'ouvrage.

En crue, l'ouvrage est fermé en cas d'inversion du courant (pour interdire les remontées du canal vers le Vigueirat).

En cas de pic de conductivité dans le canal d'Arles à Fos (supérieur au seuil autorisé de l'arrêté préfectoral du 11 janvier 2007 des eaux brutes), la prise d'eau du Galéjon (dans le Landre en amont du Galéjon) est mobilisée de manière très occasionnelle, l'ouvrage maintient la cote de l'étang.

En période orange : Situation d'alerte

a) Déclenchement :

- L'émission d'un bulletin de vigilance précipitations de niveau Orange sur le département par Météo France.
- Le relevé d'une cote supérieure ou égale à 0,50 NGF en amont du Barrage anti-sel.
- Le relevé d'une cote supérieure ou égale à 0,80 NGF en aval du Barrage anti-sel.

b) Actions :

Dès franchissement de la côte 0,50 NGF en amont du Barrage anti-sel:

- Alerte des services et structures suivantes : Préfecture, Sous-Préfecture d'Arles, DDTM, Communes d'Arles, Fontvieille, Le Paradou, Maussane et Mouriès, SMGAS, Œuvre du Galéjon, ADMA, ASCO du Vigueirat central et ASAs de la Vallée des Baux, Marais du Vigueirat.
- Porter la fonction maintenant la garde de +0,10 entre l'amont et l'aval du barrage antisél à une garde de 0,03 m.
- Si le niveau du canal d'Arles à Bouc est inférieur au niveau de l'Étang du Landre, porter la fonction maintenant la garde de +0,03 m entre l'amont et l'aval de l'Ouvrage du Galéjon à un maintien ouverture totale.
- Suivre l'évolution de la crue et vérifier les procédures à mettre en œuvre au niveau d'alerte supérieur.

Dès lors que l'ouverture du barrage anti-sel est de 100% durant une durée de 30 minutes et que le niveau du canal (amont ouvrage) reste supérieur à +0,10 m par rapport au niveau de la mer (aval ouvrage), les deux vannes latérales sont manœuvrées pour évacuer les eaux du canal.

c) Fin de la période orange :

Elle est dictée par le relevé d'une cote inférieure à 0,50 NGF en amont du Barrage anti-sel.

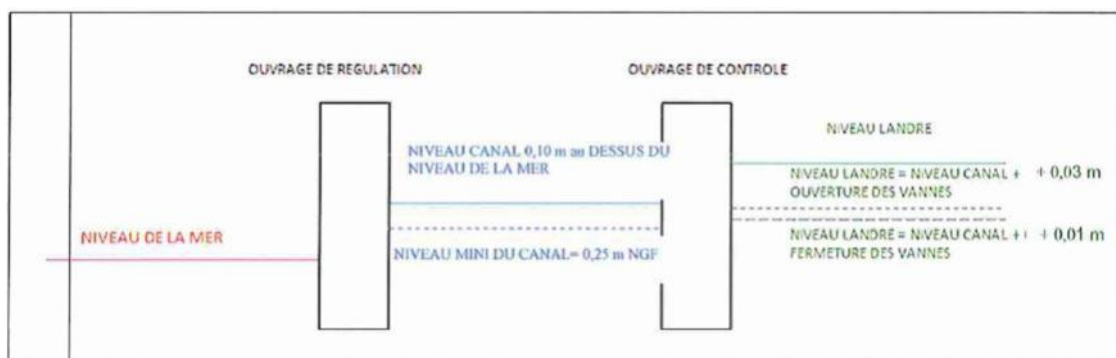


Figure III-32 : Consignes de l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013.

Station de pompage du GPMM

La station de pompage du GPMM assure un débit de pompage de **0.75 m³/s** en moyenne (débit fluctuant entre 0 et 2 m³/s au cours de l'année) sur la période 2014 – 2023 par l'intermédiaire d'une seule pompe fonctionnant en continu. Elle dispose cependant de 9 pompes centrifuges mais ne dispose pas actuellement d'une capacité énergétique ne permettant de faire fonctionner que 3 pompes simultanément. De plus, un château d'eau d'une capacité de 3000 m³ complète l'installation.

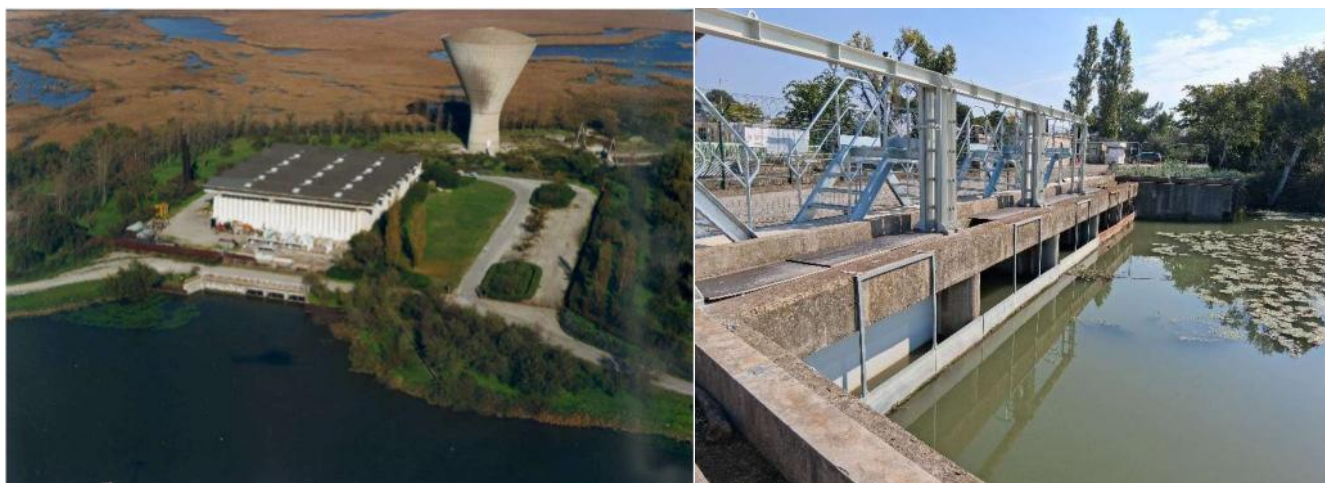


Figure III-33 : Station de pompage du Vigueirat avec son château d'eau et entonnoir à droite

III. 2. 2. Débits et variations saisonnières

L'étude hydro-environnementale sur les secteurs naturels et agricoles du Port Autonome de Marseille, Zone de Fos, BCEOM (2007) présente les informations les plus détaillées sur les débits du canal et de ses affluents ainsi que ses variations saisonnières.

Les valeurs de débit indiquées sur les schémas ci-après sont issues de mesures aux stations hydrométriques de Saint Gabriel sur le Vigueirat et de la Chapelette (bassin versant de Meyranne). La valeur du débit pompé est également mesurée, à la station de pompage du GPMM. Les autres valeurs sont calculées à partir d'une modélisation de la ligne d'eau du canal qui avait été calée au préalable sur des mesures de niveau ou par modélisation hydrologique à partir de la superficie du bassin versant.

Ces schémas tiennent également compte d'une alimentation du canal par le Rhône par l'Ecluse d'Arles. Cette écluse est aujourd'hui fermée (source CNR – 2025).

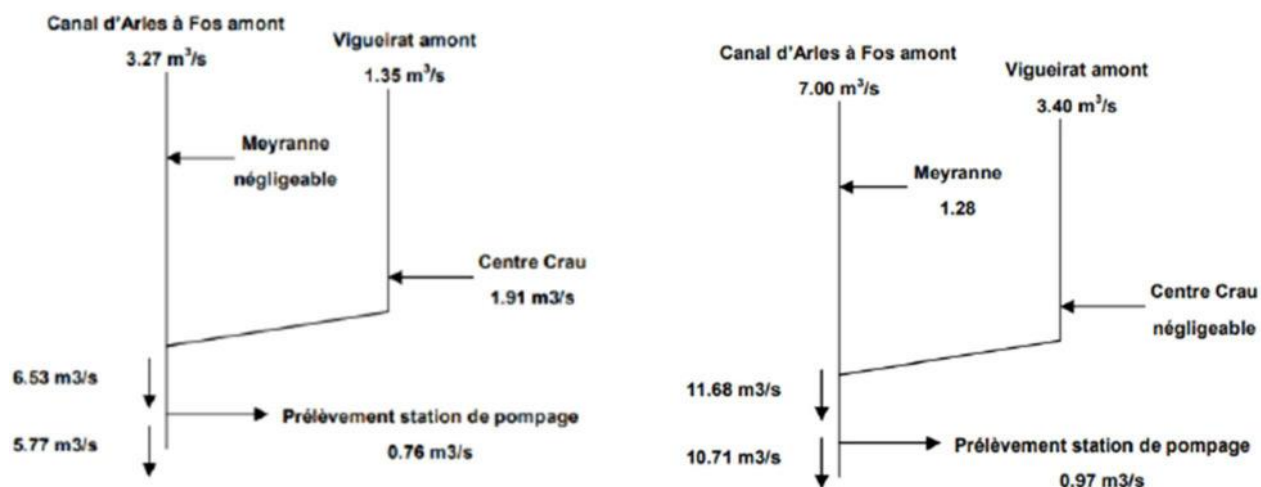


Figure III-34 : Schémas de principe présentant les débits du canal et des affluents pour le scénario hivernal (à gauche) et printanier (à droite)

D'après ces schémas le canal d'Arles à Fos et le canal du Vigueirat présentent un débit environ deux fois plus élevé au printemps qu'en hiver. Les canaux de la vallée de Meyranne afficheraient un débit négligeable en hiver, tandis que le canal Centre Crau serait quasiment à sec au printemps.

Le débit du canal en amont de la station de pompage du GPMM atteindrait 6.53 m³/s en hiver contre 11.68 m³/s au printemps. Le débit vers la mer, via le barrage anti-sel correspond à la différence entre ce débit et le débit pompé.

D'après ces éléments, le débit du canal d'Arles à Fos présente donc une forte variabilité saisonnière directement corrélée au fonctionnement hydraulique et agricole de la plaine de la Crau et aux apports par ressuyage des bassins versants.

Rappel : la période d'irrigation s'étend de mars à octobre : durant ces mois, le canal d'Arles à Fos, qui constitue un exutoire de la nappe de La Crau, devrait présenter un débit plus important.

La campagne de mesures réalisée dans le cadre de la présente mission permettra d'affiner l'analyse des variations saisonnières du débit du canal d'Arles à Fos et de ses affluents.

III. 2. 3. Niveaux d'eau à la station de pompage

Niveaux d'eau relevés au droit des 3 points suivants :

- Barrage anti-sel,
- Station de pompage,
- Ouvrage du Galéjon

Voir chapitre « Mesures ».

III. 2. 4. Synthèse fonctionnement hydraulique du canal

Le canal est alimenté principalement par l'ensemble du réseau hydrographique de surface qui lui-même dépend de l'activité agricole et de la nappe de Crau. Son exutoire est régulé par le barrage anti-sel et la station de pompage.

Le système de régulation assure la double fonction de prévenir les inondations en cas d'alerte météorologique et garantir une salinité inférieure à 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Le dimensionnement et le système automatisé remplissent ces fonctions. En cas de salinisation, la prise d'eau du Landre est mise en action pour assurer l'alimentation de qualité conforme des industriels de la ZIP. En cas de crue, le BAS assure le drainage. Il s'agit de cas exceptionnels.

Ces éléments constituent une confirmation de la fonction de drainage du canal et de sa régulation par le BAS, le Galéjon et la station. Les débits mesurés sont donc dépendant du contrôle effectué par ce système de régulation. Ce qui conforte l'hypothèse de considérer le canal d'Arles à Fos comme un plan d'eau régulé qui peut donc être assimilé à un réservoir contrôlé. Il apparaît donc indispensable de quantifier les apports au canal et leur variabilité ainsi que les rejets en mer et les prélèvements pour établir un bilan global permettant d'évaluer la capacité du système à maintenir les cotes réglementaires.

III. 3. Bilan hydrique et processus de recharge

III. 3. 1. Apports naturels (pluviométrie)

a) Données pluviométriques

Le climat de la plaine de la Crau est de type méditerranéen semi-aride. Le duo mistral, vent dominant de secteur NW-NNW et ensoleillement élevé, environ 3 000 heures annuelles, assèche les terres et impose donc d'importants apports d'eau en été pour l'alimentation des cultures.

11 stations météorologiques Météo France sont situées autour de la zone d'étude, et 3 pluviomètres ont été installés par SETEC Hydratec dans le cadre de la campagne de mesure.

Le climat est caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers relativement doux et pluvieux. La partie amont du bassin présente des précipitations annuelles de l'ordre de 640 mm/an, avec des pics à 710 mm/an au niveau du massif des Alpilles et 680 mm/an au-dessus de la Montagnette, qui diminuent progressivement à 550 mm/an dans la partie aval (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La pluviométrie mensuelle aux stations Météo France d'Istres et d'Arles sur la période 2018-2023 est présentée ci-après.

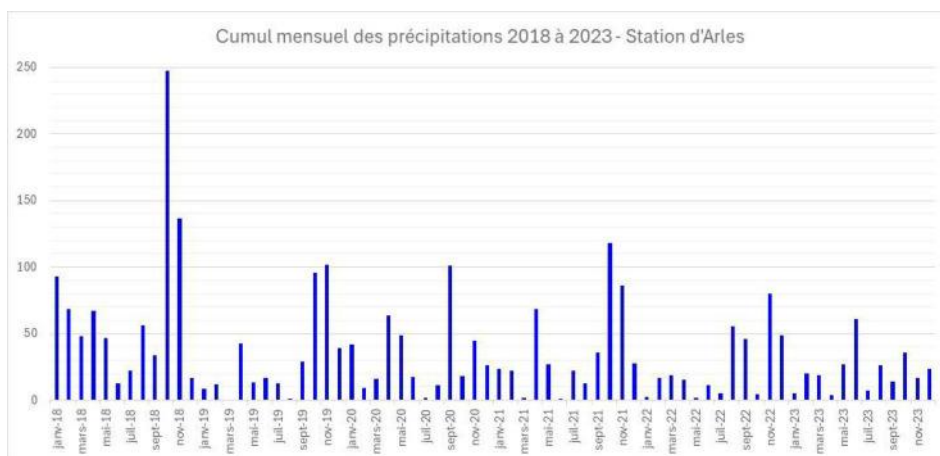


Figure III-35 : Précipitations mensuelles de 2018 à 2023 à la station d'Arles (13)

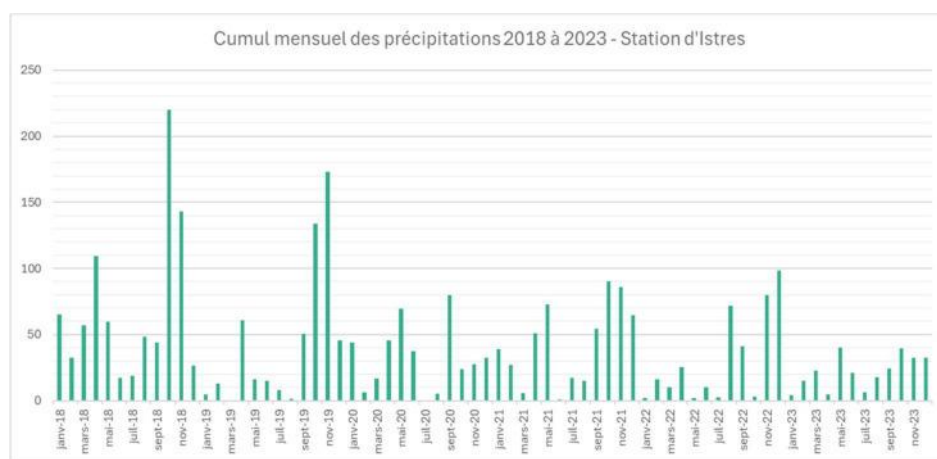


Figure III-36 : Précipitations mensuelles de 2018 à 2023 à la station d'Istres (13)

La période hydrologique présentant la pluviométrie la plus importante s'étale de Septembre à janvier.

La comparaison de la pluviométrie mensuelle de 2018 à 2023 aux normales sur la période 1991-2010 indique une relative baisse de la pluviométrie annuelle et une année 2018 particulièrement pluvieuse.

	Cumul moyen en mm			
	Station d'Istres		Station d'Arles	
	(Période 2018-2023)	(Période 1991-2010)	(Période 2018-2023)	(Période 1991-2010)
Janvier	27	55	29	54
Février	18	33	25	33
Mars	19	31	17	34
Avril	50	59	43	57
Mai	43	42	27	40
Juin	17	28	20	27
Juillet	9	12	12	13
Août	27	23	27	27
Septembre	49	80	43	84
Octobre	85	86	87	81
Novembre	90	76	78	77
Décembre	50	43	30	44

Total année	483	573	439	570
-------------	-----	-----	-----	-----

Tableau III-1 : Cumul moyen pluviométrique pour les périodes 2018-2023 et 1991-2010 pour les stations d'Istres et d'Arles

Les figures ci-dessous présentent l'évolution de la pluviométrie entre 1963 et 2024 à la station d'Arles – Tour Vallat et entre 1950 et 2024 à la station d'Istres. Sur ces périodes, la pluviométrie annuelle moyenne sur le secteur d'Arles et de 572 mm et 560 mm dans le secteur d'Istres. Ces éléments confirment la relative baisse de la pluviométrie annuelle sur la période 1991-2023.

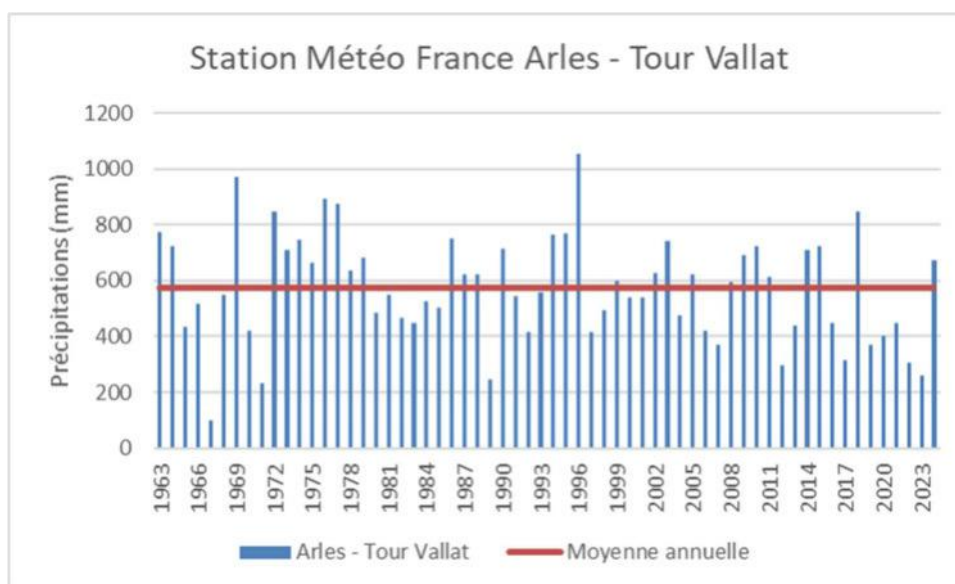


Figure III-37 : Evolution des précipitations annuelles à la station de d'Arles Tour Vallat de 1963 à 2024 (Météo France)

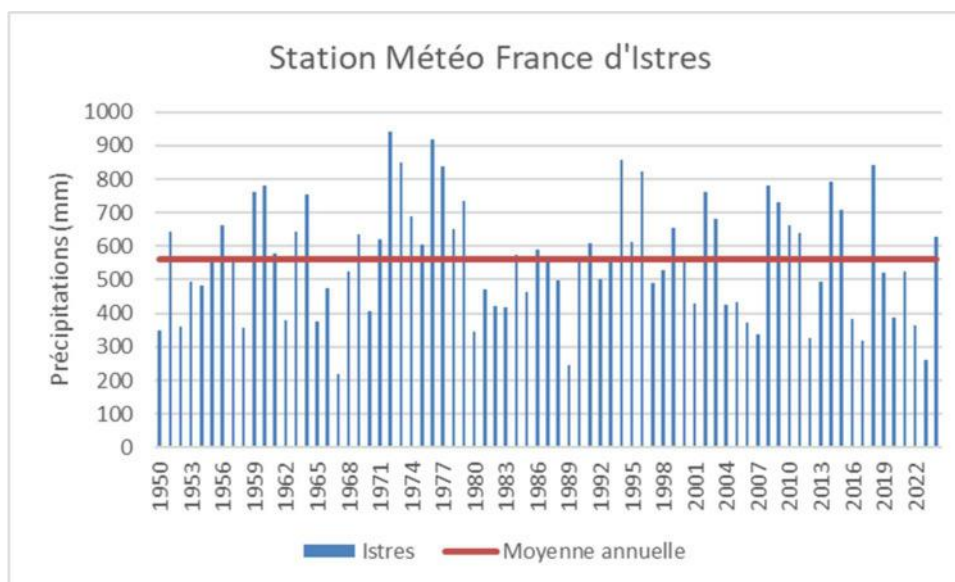


Figure III-38 : Evolution des précipitations annuelles à la station de d'Istres de 1950 à 2024 (Météo France)

Le graphique ci-dessous représente le cumul des précipitations pour les mois de janvier et février depuis 1950, qui sont particulièrement étudiés en raison d'une période d'étiage de la nappe alluviale. Toutefois, les fluctuations observées ne mettent pas en évidence de tendance claire à la baisse (régime oscillant).

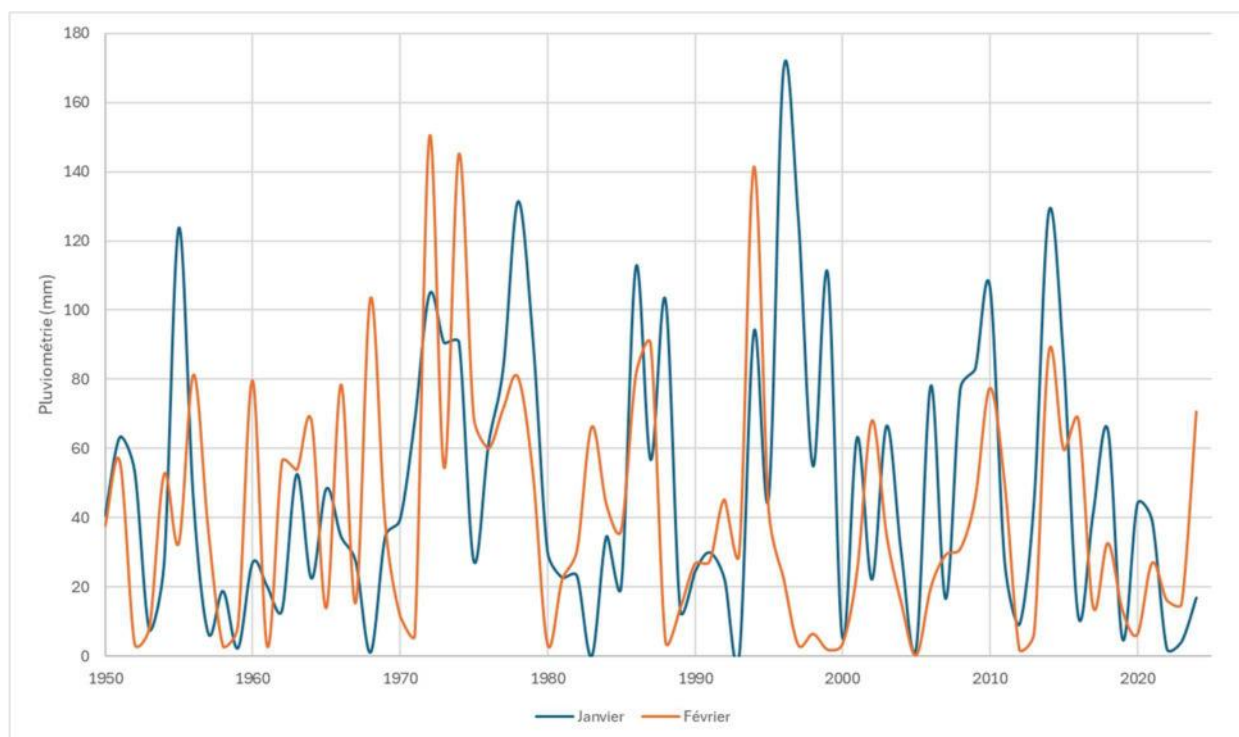


Figure III-39 : Variations pluviométriques des mois de janvier et février sur la période 1950 - 2024

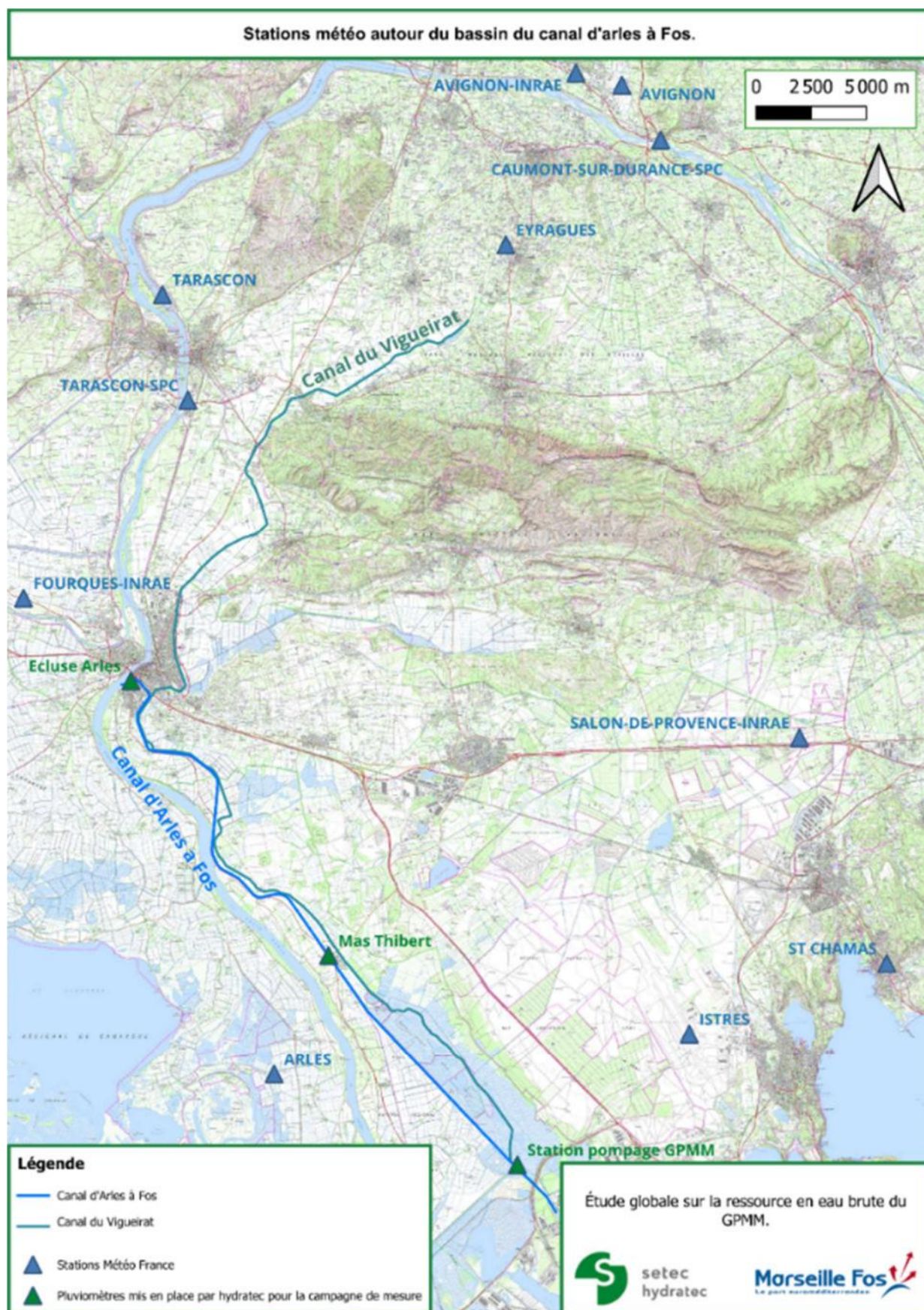


Figure III-40 : Stations météo et pluviomètres autour de la zone d'étude

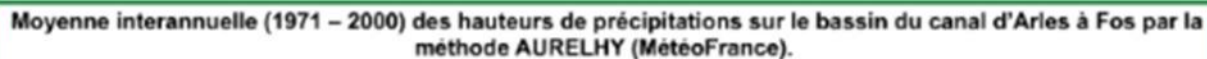


Figure III-41 : Moyenne interannuelle (1971 – 2000) des hauteurs de précipitations sur le bassin du canal d'Arles à Fos par la méthode AURELHY

Hypothèse retenue

La pluviométrie présente une variabilité interannuelle marquée et une tendance actuelle à la diminution des cumuls annuels, notamment sur la période 2018–2023 par rapport aux normales 1991–2010. Toutefois, à l'échelle des mois critiques de janvier et février, correspondant à la période d'étiage de la nappe alluviale, aucune tendance nette à la baisse n'est observable

b) Recharge naturelle des aquifères

Rappelons que la pluie efficace est la proportion de l'eau de pluie qui n'est pas consommée par la végétation par évapotranspiration ; c'est la part de l'eau qui va soit alimenter les cours d'eau par ruissellement, soit alimenter les nappes par infiltration.

L'estimation de la recharge a été effectuée à partir des méthodes de Thornthwaite, Dingman, Digman-Hamon, Turc et Edijatno & Mitchel sur la station Météo France d'Istres. En effet, l'écoulement de la nappe de la Crau s'effectue du nord-est vers le sud-ouest. Ces exutoires principaux sont les zones humides et marais périphériques (Vigueirat, Meyranne) alimentés par des laurons, mais également le canal d'Arles à Fos. Sa recharge pluviométrique provient donc principalement des infiltrations provenant de la plaine de la Crau d'où le choix d'analyser la station d'Istres.

Lame d'eau ruisselée

Afin de quantifier la recharge annuelle d'un aquifère, il est nécessaire de définir la part de la pluie utile qui ruisselle en surface. Pour se faire, la base de données géographiques Corine Land Cover 2018 a été utilisée. A partir de cette base de données, un coefficient de ruissellement a été attribué pour caractériser chaque type de sol sur l'emprise de la nappe de la Crau, soit 543,5 km².

La figure ci-dessous illustre les surfaces recouvertes par les 24 type d'occupation des sols. Le libellé et la surface pour chacun d'entre eux sont précisés dans le Tableau III-2.

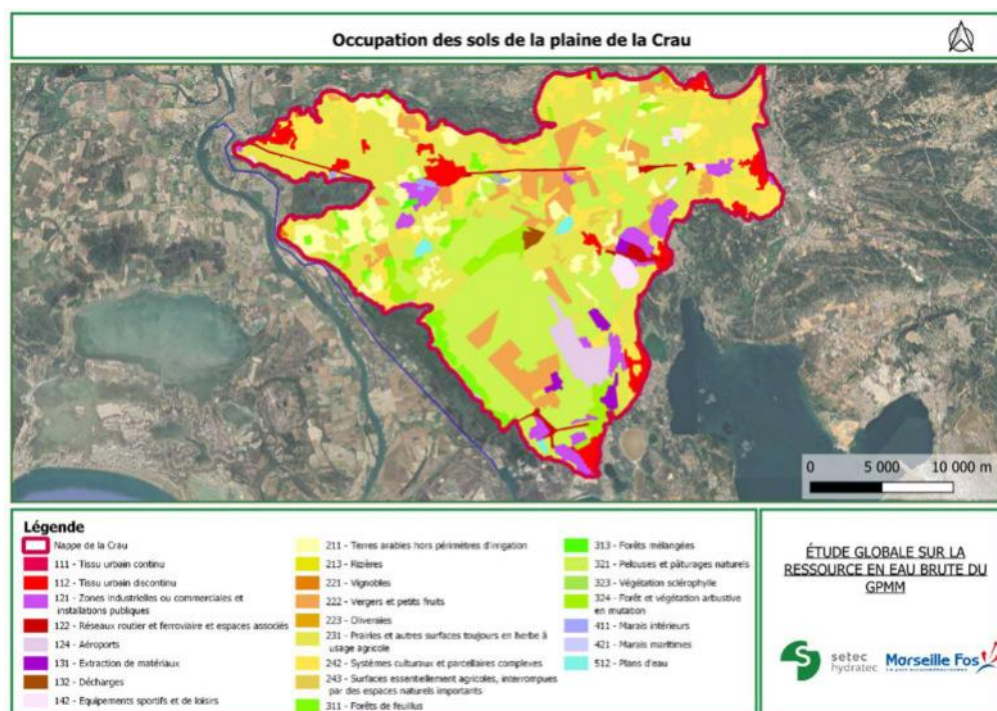


Figure III-42 : Répartition de l'occupation des sols de la plaine de la Crau (Corine Land Cover 2018)

Code	Désignation	Surface sur le BV (km ²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (km ²)
111	Tissu urbain continu	0.09	80%	0.07
112	Tissu urbain discontinu	21.82	60%	13.09
121	Zones industrielles ou commerciales et installations publiques	20.16	80%	16.13
122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	7.24	80%	5.80
124	Aéroports	11.31	90%	10.18
131	Extraction de matériaux	4.60	30%	1.38
132	Décharges	1.41	90%	1.27
142	Equipements sportifs et loisirs	5.22	25%	1.31
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	37.58	10%	3.76
213	Rizières	0.38	10%	0.04
221	Vignobles	0.62	10%	0.06
222	Vergers et petits fruits	45.94	10%	4.59
223	Oliveraies	1.03	10%	0.10
231	Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	151.35	10%	15.13
242	Systèmes culturaux et parcellaires complexes	57.31	10%	5.73
243	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	2.43	10%	0.24
311	Forêts de feuillus	11.19	5%	0.56
313	Forêts mélangées	0.84	5%	0.04
321	Pelouses et pâturages naturels	137.44	5%	6.87
323	Végétation sclérophylle	1.24	10%	0.12
324	Forêt et végétation arbustive en mutation	18.25	5%	0.91
411	Marais intérieurs	2.12	50%	1.06
421	Marais maritimes	1.62	50%	0.81
512	Plans d'eau	2.47	50%	1.23
Total	Surface totale – Coefficient ruissellement global	543.5	17%	90.42

Tableau III-2 : Caractérisation de l'occupation du sol d'après Corine Land Cover sur l'emprise du bassin

Le coefficient de ruissellement moyen calculé sur l'emprise modélisée est de 17%. Cela signifie que 17% seulement des eaux de précipitations qui atteignent la surface du sol ou le couvert végétal ruissellent en surface, le reste (83%) s'infiltre dans le sol.

Réserve utile

Le Réservoir en Eau Utilisable d'un sol (RU) représente la quantité d'eau maximale que le sol peut contenir et restituer aux racines pour la vie végétale.

La Réserve Utile est comprise entre 50 et 100 mm au droit du bassin versant.

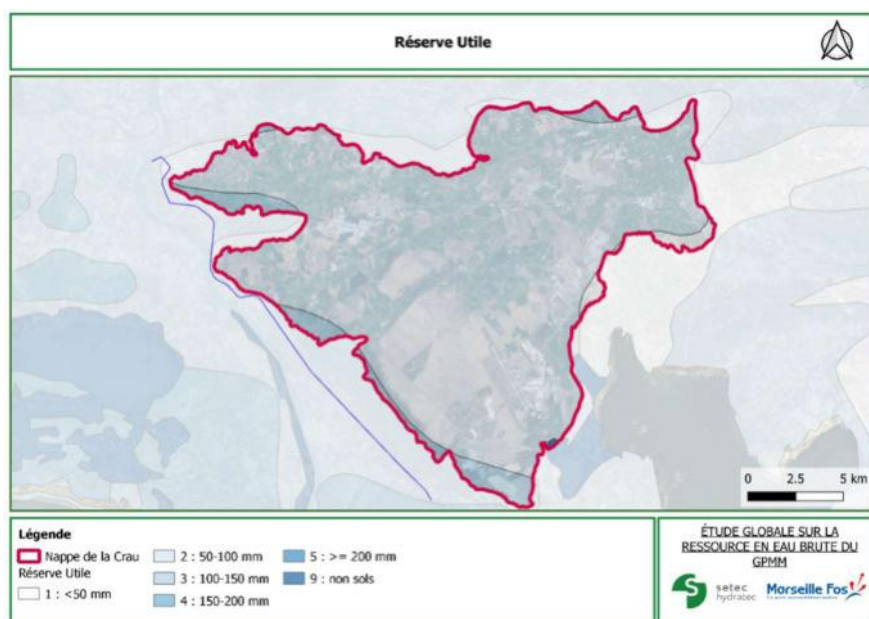


Figure III-43 : Réserve Utile au droit de la plaine de la Crau

Estimation de la recharge

Afin d'estimer la recharge, les paramètres rentrés dans la feuille de calcul ESPERE du BRGM sont :

- La pluie journalière brute (en mm) ;
- La température journalière (en °C) ;
- La surface de l'impluvium (en km²) ;
- La Réserve Utile (en mm) ;
- La lame ruisselée.

Les valeurs de recharge calculées à partir de la feuille de calcul ESPERE du BRGM sont synthétisées dans les tableaux suivants par station pour la pluviométrie moyenne 1950-2024 et 2018-2023.

Recharge estimée sur la station de Istres

Méthode	Moyenne interannuelle (1950-2024) de la recharge annuelle exprimée en mm/an	Moyenne interannuelle (2018-2024) de la recharge annuelle exprimée en mm/an
Thornthwaite	137	116
Dingman avec ETP Hamon	170	147
Dingman	170	147
Edijatno & Michel	181	137

Turc	126	82
------	-----	----

Figure III-44 : Recharge estimée sur la station Météo France de Istres

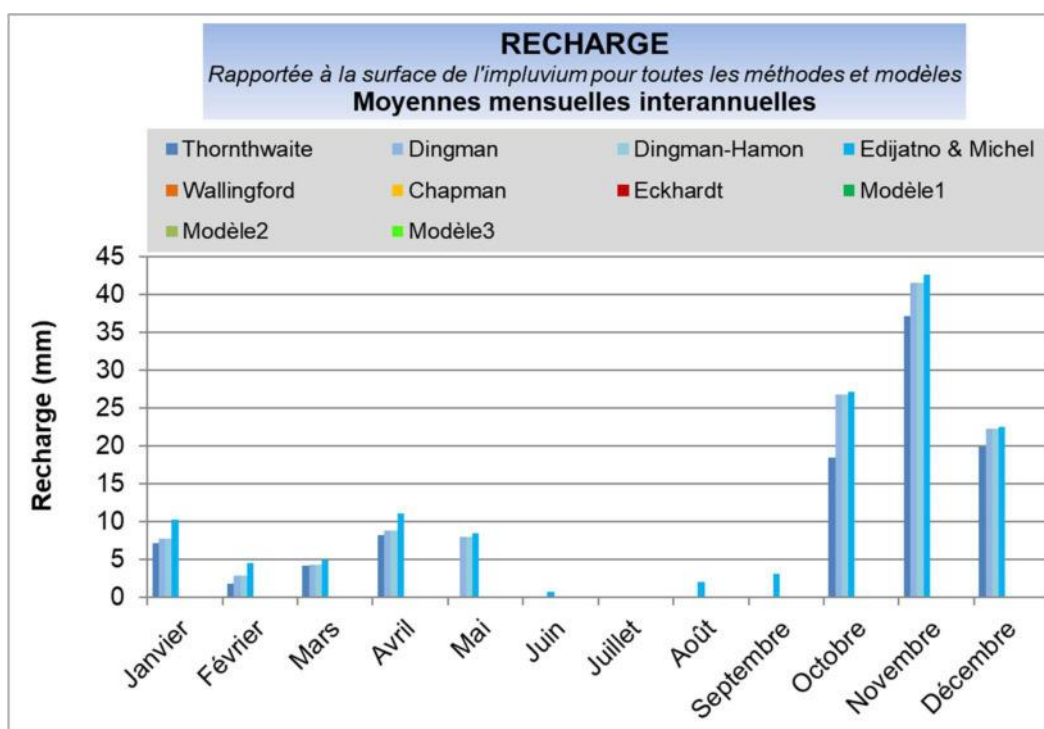


Figure III-45 : Estimation de la recharge de 2018 à 2024

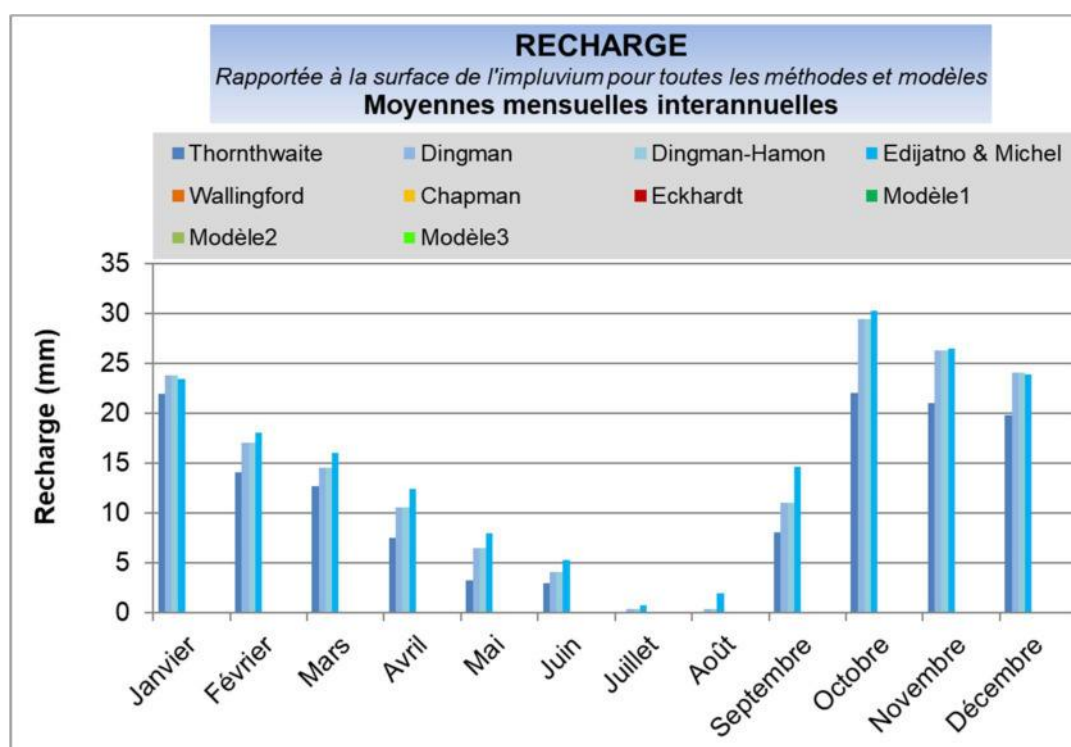


Figure III-46 : Estimation de la recharge de 1950 à 2023

Hypothèse retenue

La recharge naturelle est considérée comme à la baisse sur les 5 dernières années par rapport aux données mesurées sur l'ensemble de la chronique (75 ans de données).

III. 3. 2. Apports anthropiques : recharge par irrigation

L'irrigation joue un rôle clé dans le fonctionnement de l'hydrosystème de la plaine de Crau. Elle fait partie intégrante du triptyque canal – irrigation – nappe phréatique. En effet, les eaux d'irrigations proviennent à la fois des canaux et du pompage dans la nappe de Crau. Mais cette dernière se recharge à 30 % via l'infiltration des précipitations, tandis que son alimentation principale (environ 70 %) provient des surplus d'eau apportés aux prairies lors des périodes d'irrigation. Le système fonctionne ainsi en boucle : les canaux et la nappe phréatique fournissent l'eau nécessaire à l'irrigation. L'irrigation, à son tour, réinjecte une partie de l'eau dans la nappe par infiltration, tout en contribuant à réalimenter certains canaux. Ainsi, chaque composant soutient les autres dans un cycle continu.

Depuis près de cinq siècles, les prairies irriguées sont cultivées grâce à une irrigation traditionnelle par submersion. Cette technique consiste à inonder rapidement les parcelles (environ 120 mm d'eau en quelques heures) selon des « tours d'eau », organisés par un calendrier d'irrigation. L'eau circule par gravité dans un réseau de canaux et alimente progressivement toutes les parcelles. Chaque parcelle disposant d'un droit d'eau est irriguée par de petits canaux en terre appelés *filioles*. L'eau, retenue par une *martelière*, déborde ensuite pour submerger la culture. Issue des Alpes, cette eau est riche en limons, qui se déposent et forment un sol fertile sur des zones initialement pauvres (coussouls de Crau). L'excédent d'eau est enfin évacué par des canaux d'assainissement appelés *colatures*.

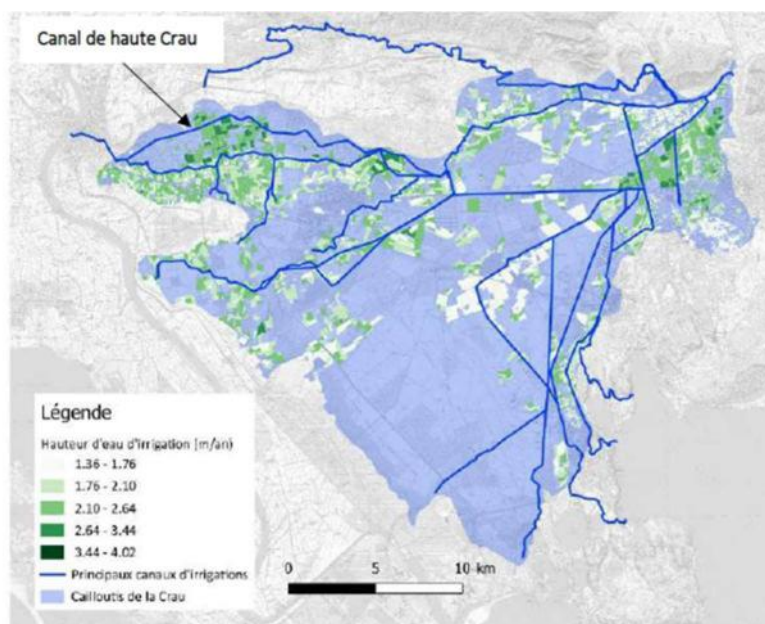


Figure III-47 : Hauteur d'eau cumulée (m) sur les prairies fourragères de la plaine de Crau (source : Bulletin sur l'état quantitatif de la nappe de Crau, 2019).

Les canaux et ouvrages d'irrigation sont gérés par 11 associations syndicales autorisées (ASA) et couvrent 16 communes, 248 km de canaux principaux, 299 km de filioles et 21 400 ha de superficie irriguée. Les canaux acheminent l'eau brute aux adhérents qui irriguent leurs cultures. La ressource provient de la Durance via le canal EDF, tous deux alimentés par le barrage de Serre-Ponçon (05).

ASA	Dotation (L/s)	Surface (Ha)	Km de canaux gérés	Km de filiales	Canal principal	Exutoire
Vallée des Baux	3817	3088	59	167	Canal de la vallée des Baux	Canal d'Arles à Fos
Haute Crau	1800	2130	20	59	Canal de la Haute Crau	Canal d'Arles à Fos
Arrosants de la Crau	13180	10150	42	0	Canal de Craponne	Canal d'Arles à Fos
Servannes	95	94	4.5	0	Fossé de Servannes	Marais d'Arles
Fossé de Pillier	368	240	8	0	Fossé de Pillier	Canal d'Arles à Fos
Chanoines	326	260	7.2	0	Fossé de Chanoines	Marais d'Arles
Langlade	2709	2600	32	0	Canal de Langlade	Canal du Vigueirat
Rageyrol de Vergière	1356	1151	15	0	Canal de Vergière	Canal d'Arles à Fos
Congrès et Canalet	8988	?	8	0	Canal du Congrès	Etang de Berre
Istres	3308	1113	31	73	Canal de Craponne	Etang de Berre
Saint Chamas	1308	574	22	0	Canal de St-Chamas	Etang de Berre

Tableau III-3 : Récapitulatif des ASA sur le territoire et de la gestion des eaux (source : Guide pratique de l'arrosant, 2015)

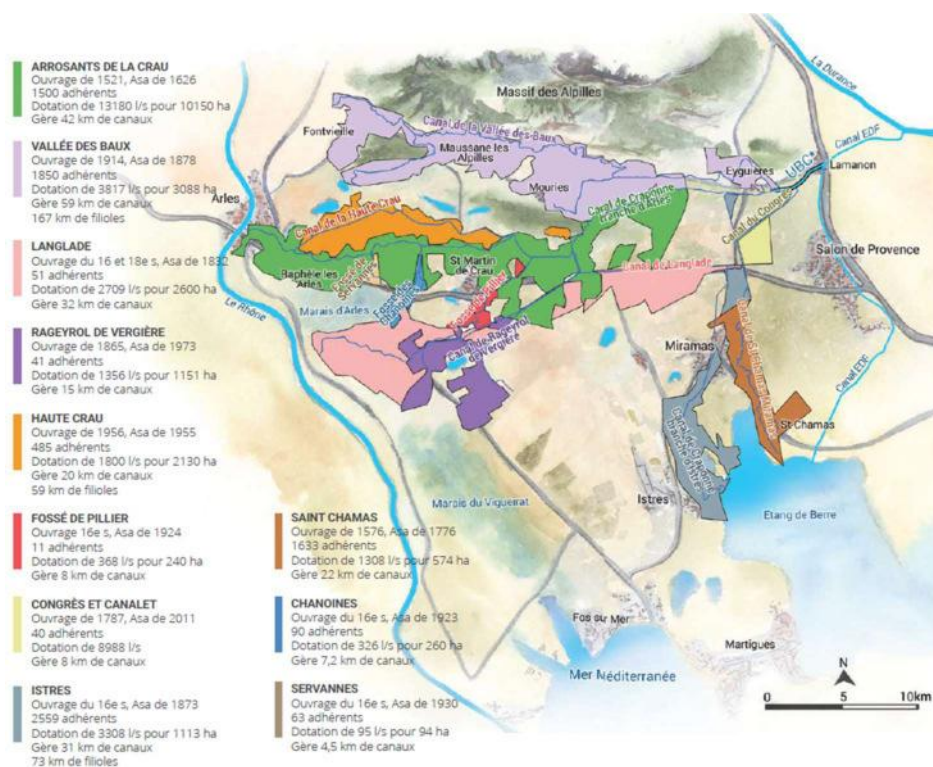


Figure III-48 : Distribution des ASA sur la zone d'étude (source : Guide pratique de l'arrosant, 2015).

Parmi ces ASA, huit sont particulièrement concernées, car le ressuyage des terres agricoles a pour exutoire le canal d'Arles à Fos ou au canal du Vigueirat, ce qui correspond à environ 140 km² de prairies irriguées sur une superficie totale de 550 km² (SERAPHIN, 2012). Les cinq plus grandes et notables sont : la Vallée des Baux, la Haute Crau, les Arrosants de La Crau, Langlade et Rageyrol de Vergière.

L'ensemble de ces canaux est alimenté par le canal commun Boisgelin-Craponne, qui assure le transfert d'eau depuis le canal EDF à hauteur de Lamanon. L'Union Boisgelin-Craponne (UBC) délivre en saison de « plein arrosage » (mi-mars / fin-octobre) 31 632 L/s, ce qui correspond environ à un sixième du débit moyen de la Durance au point de prélèvement à cette période.

La Durance est le seul canal à alimenter la plaine de la Crau via le canal Commun Boissgelin-Craponne, lui-même dérivé du canal EDF au droit de Lamanon. Il est estimé (SINERGI, 2019) que 425 Mm³ d'eau par an proviennent des eaux déviées de la Durance pour alimenter la plaine de la Crau

Hypothèse retenue

Le maintien de l'irrigation gravitaire traditionnelle est déterminant pour le fonctionnement et la pérennité de la nappe de Crau, car elle constitue sa principale source de recharge (≈ 70 %) et structure l'ensemble du cycle eau-canaux-nappe-prairies.

III. 3. 3. Usages de l'eau et pression sur les ressources

a) Usages de l'eau souterraine

Alimentation en Eau Potable

La nappe phréatique de la Crau représente, à l'échelle du département, l'une des sources d'approvisionnement en eau les plus stratégiques pour répondre aux usages humains. Elle est d'ailleurs reconnue comme une véritable **ressource patrimoniale**, tant pour son rôle vital que pour son caractère irremplaçable.

En tout, **16 champs de captage public** ont été inventoriés pour l'usage eau potable. Pour certaines localités, ces captages représentent la seule ressource disponible pour l'eau potable, ce qui accentue leur importance stratégique. La plupart de ces installations sont localisées le long des grands axes de drainage naturels de l'aquifère de la Crau, en particulier les couloirs Salon/Arles et Salon/Fos.

Les prélèvements AEP sont regroupés autour de 17 captages alimentant les populations de la Crau, y compris la base militaire BA125 et la zone portuaire GPMM. La base de données de l'Agence de l'eau indique un prélèvement moyen de 24 millions de m³/an entre 2012 et 2016, avec une variation interannuelle relativement faible établies autour de 1 millions de m³. En 2023, les prélèvements déclarés pour l'AEP étaient 23,6 millions de m³.

Les captages AEP de la métropole Aix Marseille sont localisés sur la figure ci-après.

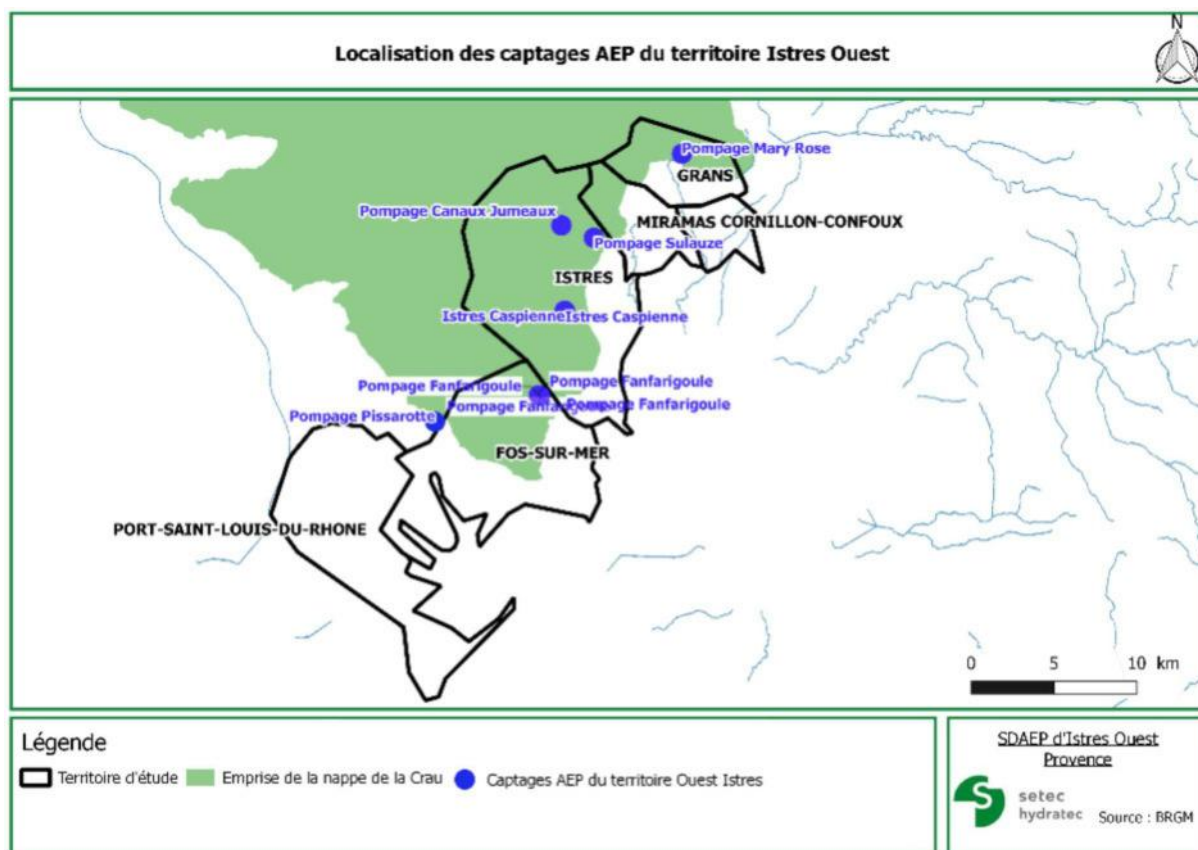


Figure III-49 : Localisation des captages AEP (source : hydratec, 2020)

Nom Ouvrage	Numéro BSS ou identifiant captage	Commune d'implantation	Commune alimentée	Nature	Capacité de production
Mary-Rose	BSS002GZLB	Grans	Grans	Source	1 920 m ³ /j
Fanfarigoule	13039-EXH-180, 13039-EXH-181, 13039-EXH-182, 13039-EXH-183	Fos-sur-Mer	Fos-sur-Mer	4 forages (F1, F2, F3 & F4)	11 800 m ³ /j
Caspienne	POM-13047-02, POM-13047-03, 13000439	Istres	Istres	2 forages (F1&F2) et 1 puits (F5)	24 000 m ³ /j
Canaux Jumeaux	BSS002GYAP	Istres (Hameau Entressen)	Istres (Hameau Entressen)	Forage	4 560 m ³ /j
Sulauze	09938X0157/PTS	Istres	Miramas	Puits	16 800 m ³ /j
Pissarotte	BSS002JFHK	Arles	Port-Saint-Louis-du-Rhône	Puits et forage	22 800 m ³ /j

Tableau III-4 : Données générales sur les captages AEP de MAMP (setec hydratec, 2020)

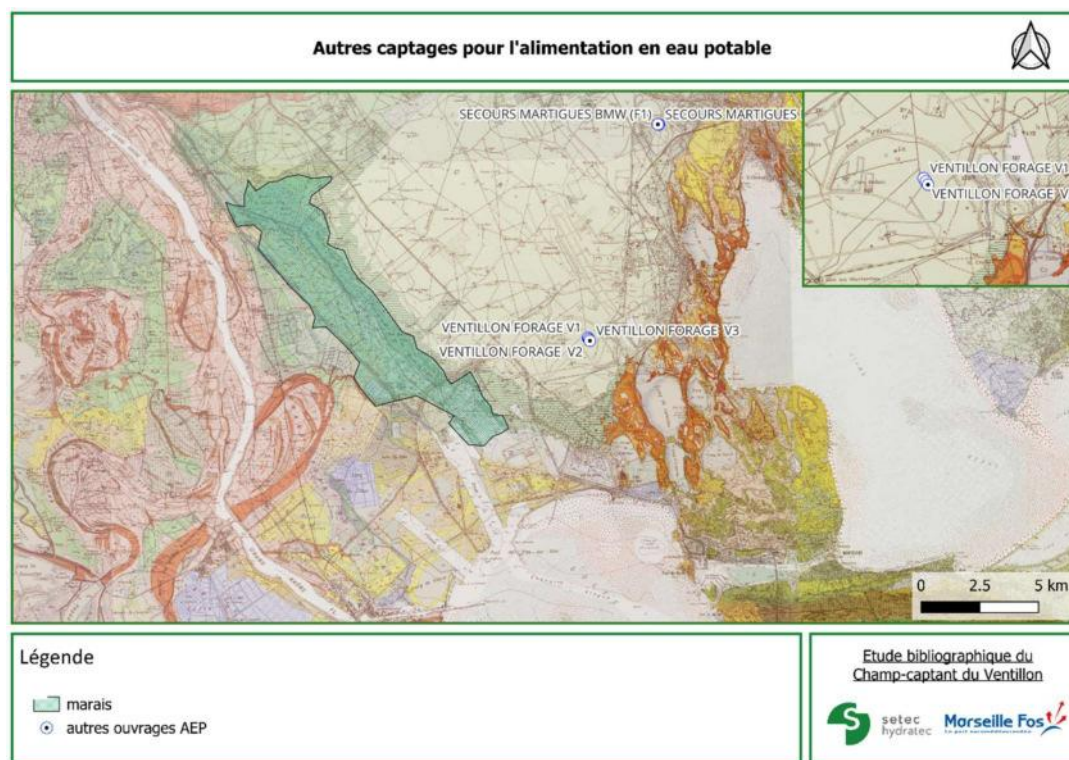


Figure III-50 : Autres captages AEP (source hydratec, 2025)

Alimentation en Eau Agricole

Les prélèvements agricoles en Crau sont partiellement connus. Un OUGC permet aux irrigants de s'enregistrer, mais les moyens de contrôles ne permettent pas de vérifier efficacement l'exactitude et l'exhaustivité des données renseignées. Une analyse statistique des prélèvements agricoles a été réalisée en fonction des déclarations référencées, rapportées aux surfaces connues pour chaque type de culture. La répartition spatiale de ces estimations est ensuite repositionnée en fonction de l'occupation agricole déterminée en 2016. Cette estimation permet de proposer, pour les besoins agricoles, environ 32 Mm³/an dont 12 Mm³ pour les prairies. En 2023, 28 millions de m³ avaient été déclarés auprès de l'agence de l'eau pour l'irrigation.

Alimentation en eau domestique

Les dernières estimations effectuées sur les prélèvements domestiques individuels ont été réalisés par le bureau d'étude GINGER en 2009 dans le cadre du bilan quantitatif de la nappe de la Crau. Les prélèvements privés pour des usages domestiques peuvent être évalués à environ 2.5 millions de m³/an.

Alimentation en eau industrielle

La base de données de l'Agence de l'eau indique les prélèvements industriels représentent 11 captages pour un volume annuel moyen s'établissant autour de 12 millions de m³ entre 2012 et 2016. En 2023, le volume prélevé et déclaré auprès de l'agence de l'eau était de 8 millions de m³.

Synthèse des prélèvements d'eau souterraine

On peut estimer le prélèvement actuel total dans la nappe à environ 71 millions de m³/an, avec l'agriculture comme principale activité consommatrice d'eau (32 millions de m³/an), suivie de l'alimentation en eau potable publique (24 millions de m³/an), les activités industrielles (12 millions de m³/an) et enfin les besoins domestiques privés (2.5 millions de m³/an). La carte ci-dessous permet d'appréhender la distribution spatiale de ces prélèvements.

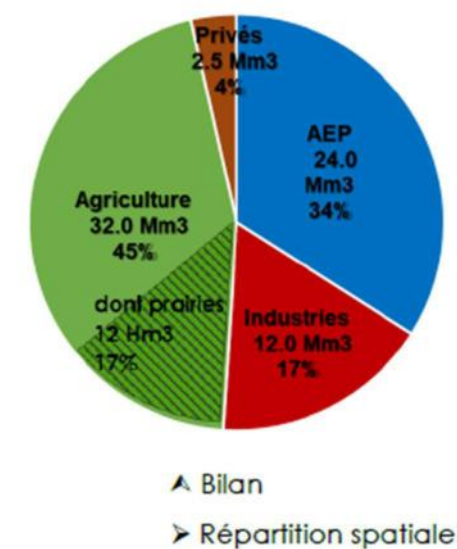


Figure 3 Prélèvements estimés sur la période 2013-2018

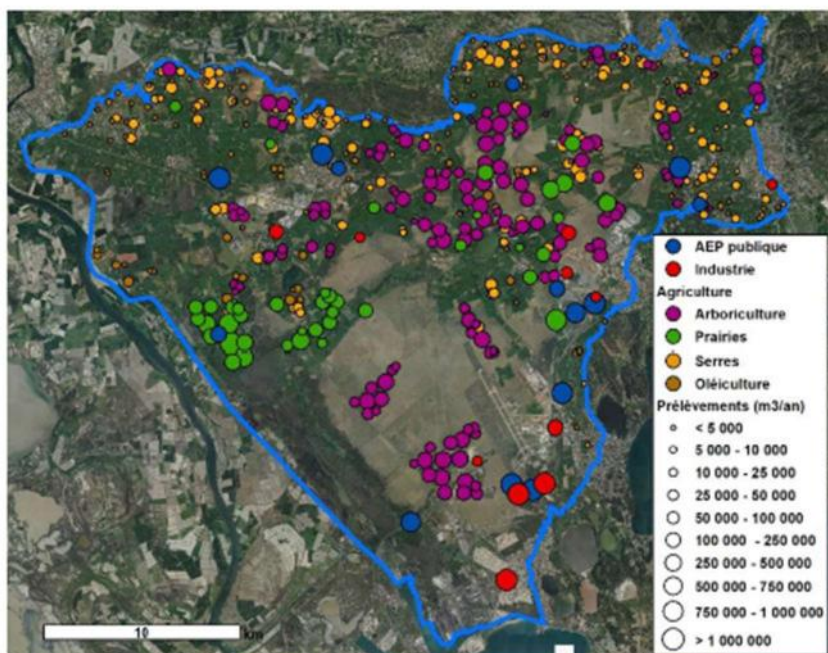


Figure III-51 : Prélèvements estimés sur la période 2013-2018 (source SINERGI)

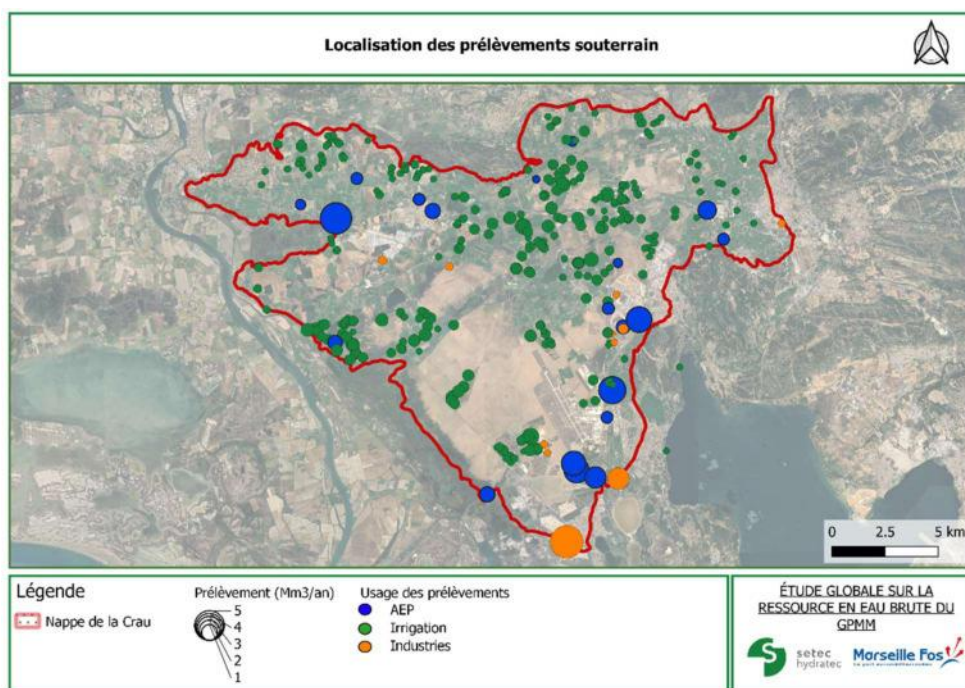


Figure III-52 : Localisation des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2023 (en M m3/an) (source : AERMC 2023)

Les répartitions par usages des prélèvements souterrains déclarés en 2023 et recensés dans la base de données de l'AERMC sont présentées ci-après.

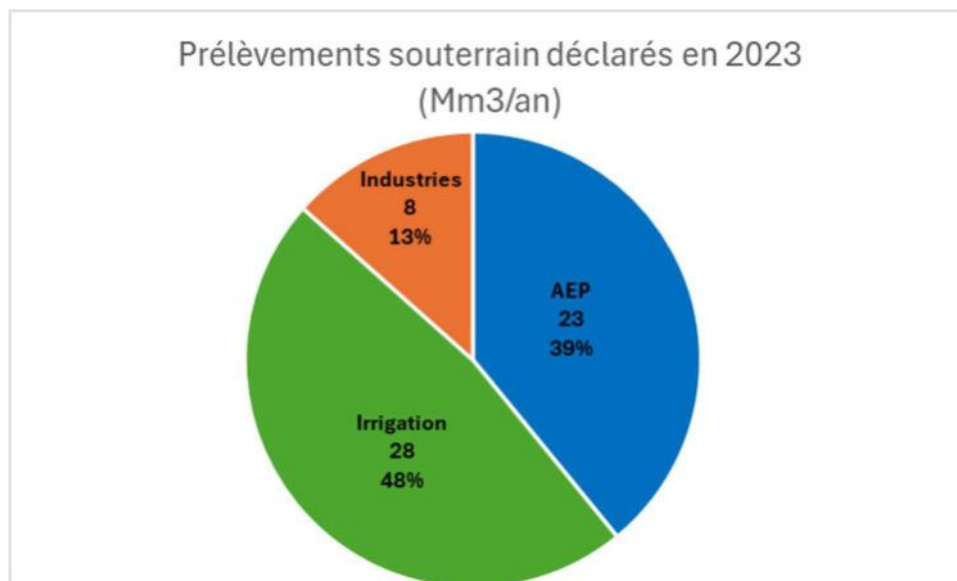


Figure III-53 : Prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2023 (en Mm3/an) (source : AERMC 2023)

b) Usages de l'eau superficielle

Les ASA du territoire de la Crau sont les principaux acteurs prélevant les eaux des surfaces soit pour les alimenter les canaux, soit directement pour l'irrigation. Des prises d'eau et rejets sont ensuite répartis sur l'ensemble du territoire pour les besoins en irrigation. En 2023, les volumes déclarés auprès de l'agence de l'eau étaient de 271,2 Mm³ destinée à l'alimentation des canaux et 170,4 Mm³ pour l'irrigation.

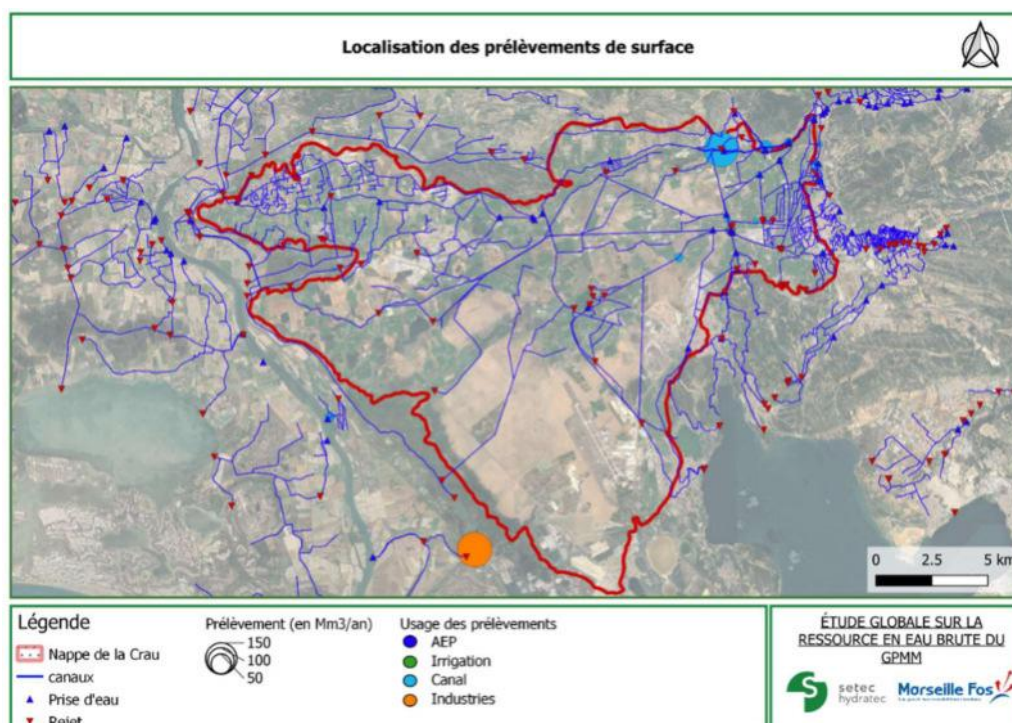


Figure III-54 : Localisation des prélèvements de surface déclarés en 2023 (source : AERMC 2023)

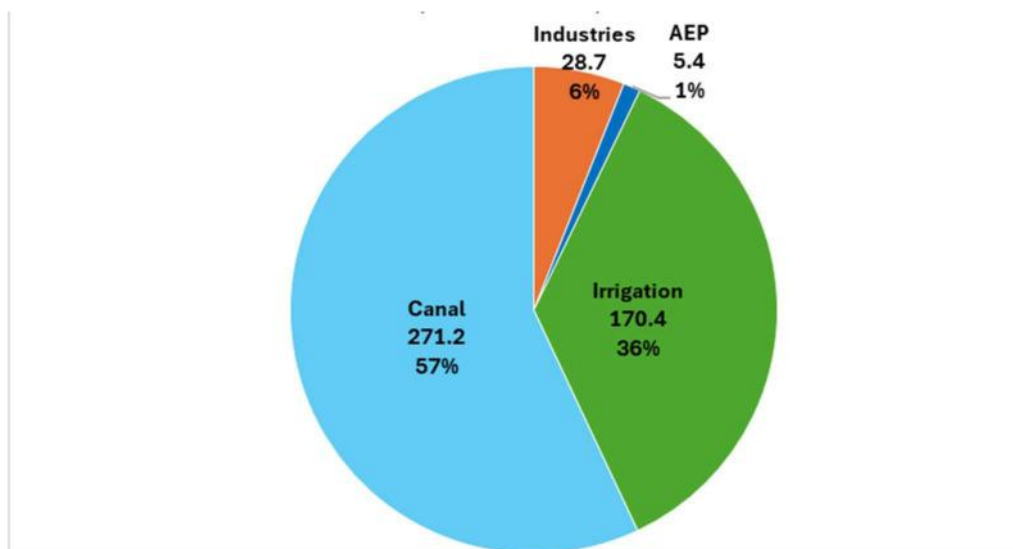


Figure III-55 : Prélèvement d'eau de surface déclarés en 2023 (en Mm3/an) (source : AERMC 2023)

Hypothèse retenue : une augmentation modérée des prélèvements en eau (hors GPMM), qu'ils soient effectués dans la nappe ou dans les eaux de surface, n'est pas susceptible de remettre en cause la fonction structurante de drainage du canal d'Arles à Fos à l'échelle globale du système.

III. 3. 4. Synthèse du bilan hydrique

L'influence de la recharge anthropique de la nappe est donc primordiale. Pour autant, la recharge naturelle liée aux précipitations constitue un facteur non négligeable. Bien que cette dernière présente une tendance à la baisse à l'échelle inter-annuelle cela ne semble pas concerner la période d'été de nappe. Enfin, le secteur dans lequel est positionné la station de pompage est celui sur lequel la recharge de la nappe est le plus fortement influencé par les précipitations (cf figure III-17).

Les prélèvements du GPMM sont situés à l'aval de l'ensemble du système. L'ensemble des usages et leur capacité sont dépendants de l'alimentation globale du système et plus particulièrement de la recharge de la nappe. Le système d'alimentation du canal et de la nappe sont conjointement menacés par les effets du changement climatique.

Nous retenons donc comme hypothèse forte que l'ensemble des usages et prélèvements, y compris ceux du GPMM, sont contraints par des éléments dont l'influence est à considérer à l'échelle du territoire.

III. 4. Influence du changement climatique

III. 4. 1. Le GREC SUD : une référence régionale pour le changement climatique

Le GREC SUD (Groupe Régional d'Experts sur le Climat en région Provence-Alpes-Côte d'Azur) constitue la principale référence scientifique régionale en matière de diagnostic et de projections climatiques. Ses travaux, fondés sur des observations passées et des simulations climatiques futures, permettent d'appréhender les trajectoires possibles du climat et leurs conséquences sur les territoires.

La région méditerranéenne étant identifiée comme un « hot spot » du changement climatique, le territoire de la Crau et du Golfe de Fos s'inscrit dans une zone particulièrement exposée aux évolutions climatiques, notamment en termes de température, de disponibilité de la ressource en eau et de risques littoraux. Les enseignements du GREC SUD constituent donc un cadre indispensable pour analyser les enjeux hydrologiques et environnementaux sur la nappe de la Crau et le canal d'Arles à Fos.

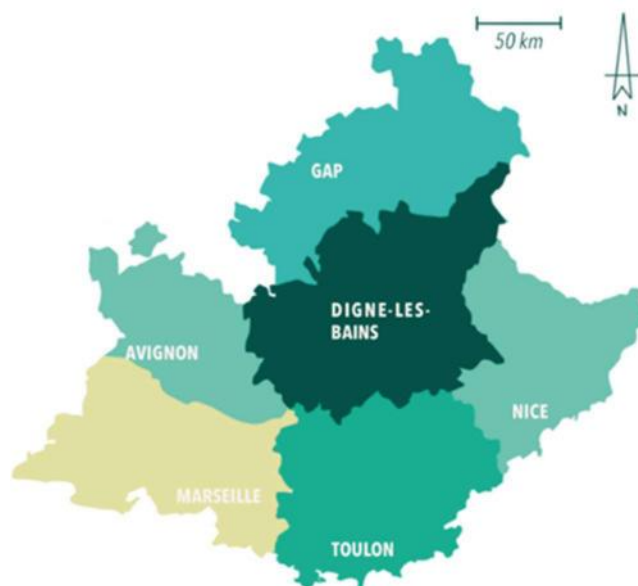


Figure III-56 - Zone d'étude du GREC SUD (infographie GREC SUD)

III. 4. 2. Evolutions climatologiques sur la Métropole Aix-Marseille-Provence

Le cahier territorial « Métropole Aix-Marseille-Provence » (GREC SUD, 2018) met en évidence une tendance claire à l'augmentation des températures sur le territoire métropolitain. Les projections indiquent que des étés comparables à la canicule de 2003 pourraient devenir la norme à l'horizon de la seconde moitié du XXI^e siècle. Pour le secteur de Fos-sur-Mer et de la Crau, cela implique :

- une augmentation de l'évapotranspiration potentielle,
- une pression accrue sur les ressources en eau (surface et souterraine),
- une tension plus forte sur les usages agricoles, industriels et environnementaux en période estivale.

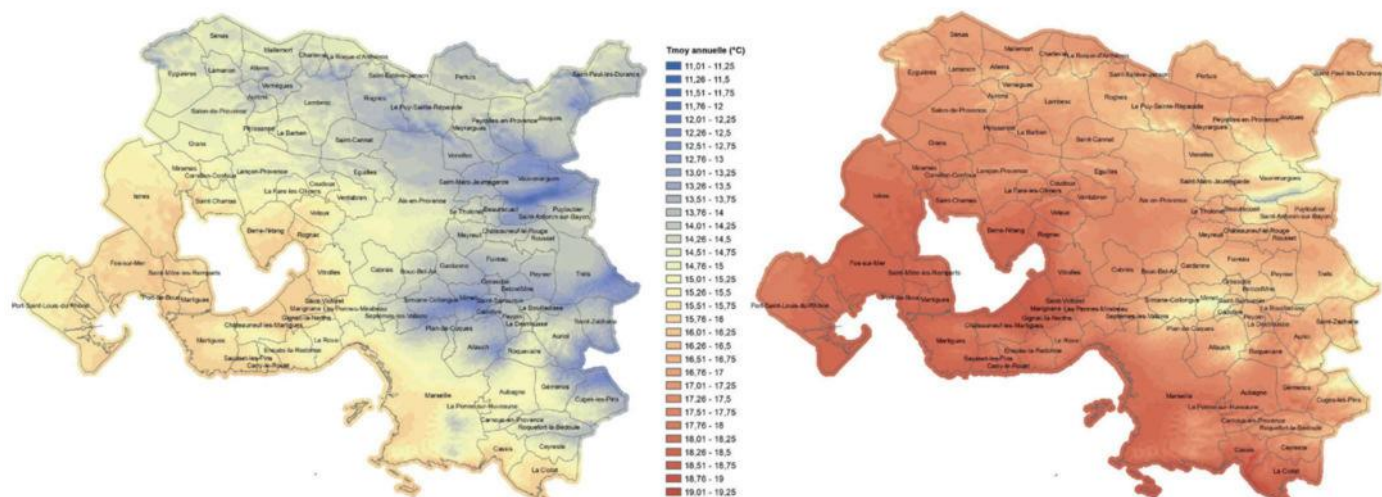


Figure III-57 : Evolution de la température moyenne annuelle de l'air (en °C) sur le territoire de la Métropole Aix-Marseille-Provence entre la période 1996 - 2015 (à gauche) et l'horizon moyen (2045 - 2065, à droite), RCP 8.5 (sources : GREC SUD, GeographR)

Concernant les précipitations, aucune tendance uniforme n'est observée à l'échelle annuelle. En revanche, les projections convergent vers :

- une augmentation des précipitations hivernales,
- une diminution des précipitations estivales,

Tout cela accentue le risque de sécheresse en été et réduit les possibilités de recharge naturelle des aquifères durant la période la plus critique pour les usages.

Pour la nappe de la Crau, ce régime climatique plus contrasté laisse présager :

- des recharges plus irrégulières,
- une dépendance accrue aux apports artificiels (irrigation, canaux),
- une vulnérabilité renforcée en période d'étiage.

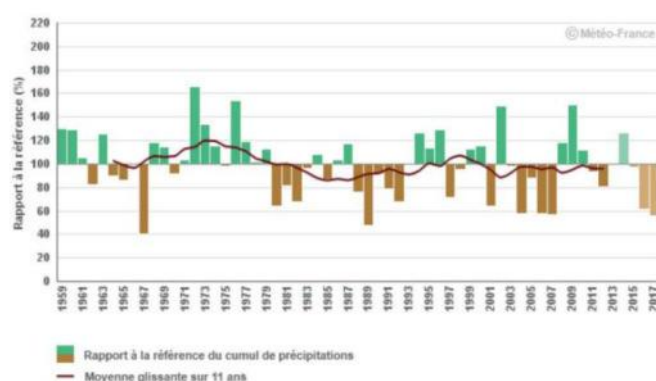


Figure III-58 : Evolution des précipitations à Marignane depuis 1959 par rapport à la période 1961 - 1990 (sources : Cahier territorial "Métropole Aix-Marseille-Provence" GREC SUD, ClimatHD)

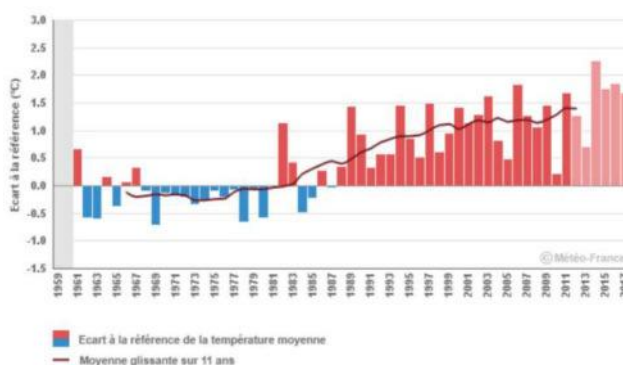


Figure III-59 : Evolution des températures moyennes de l'air à Marignane depuis 1959 par rapport à la période 1961 - 1990 (sources : Cahier territorial "Métropole Aix-Marseille-Provence" GREC SUD, ClimatHD)

III. 4. 3. Impacts du changement climatique sur les ressources en eau de surface

Le cahier thématique « Ressources en eau » du GREC SUD (2017), ainsi que le plan d'adaptation au changement climatique de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (2024-2030), montrent une tendance à la diminution des débits des principaux cours d'eau alimentant indirectement le canal d'Arles à Fos (Durance, Verdon, Rhône).

Les constats et projections indiquent notamment :

- une baisse observée d'environ 13 % des débits estivaux du Rhône aval sur 60 ans,
- une baisse projetée des débits d'étiage à l'horizon 2050 de :
 - – 20 % pour le Rhône,
 - – 30 % pour la Durance,
- un allongement des périodes de basses eaux.

Pour le canal d'Arles à Fos, qui dépend des apports de surface (pluie directe et alimentation par d'autres canaux connectés aux grands cours d'eau régionaux), ces évolutions impliquent :

- une diminution probable des volumes disponibles, notamment en été,
- une variabilité accrue des niveaux d'eau,
- une tension croissante entre les usages (portuaires, industriels, agricoles, environnementaux).

Ces tendances sont cohérentes avec les résultats de la modélisation C3PO du SMAVD (bassin de la Durance), qui projette :

- une baisse globale des débits de –10 % à –30 % selon le scénario de réchauffement,
- des baisses plus marquées en été (jusqu'à –60 % en scénario de réchauffement fort).

Ces conditions pourraient générer des conflits d'usage et des restrictions, affectant directement la gestion du canal et les prélèvements associés.

III. 4. 4. Impacts du changement climatique sur les ressources en eau souterraine

Le GREC SUD souligne qu'une baisse de la recharge des aquifères est probable, en raison :

- de la diminution des précipitations efficaces,
- de l'augmentation de l'évapotranspiration liée au réchauffement.

Ces tendances sont confirmées par l'étude SINERGI (SYMCRAU), qui projette pour 2050 une diminution de la recharge de la nappe de la Crau d'environ 25 Mm³/an (hypothèse optimiste).

III. 4. 5. Impacts du changement climatique sur le littoral méditerranéen

Un cahier territorial sur la thématique «Mer et littoral» datant de mai 2017 aborde les évolutions possibles sur les zones côtières de la région PACA. Le littoral devra faire face à de multiples impacts : augmentation de la température de la mer Méditerranée, montée du niveau marin, augmentation de la salinité, acidification, modifications des circulations... L'érosion des côtes pourrait aussi être accélérée par la montée du niveau de la mer et les tempêtes. Enfin, la montée du niveau marin pourrait fragiliser les équipements au bord du littoral comme les ouvrages portuaires, avec par exemple des inondations par submersion plus fréquentes (cahier territorial « Métropole Aix-Marseille-Montpellier », GREC SUD).

III. 4. 6. Impacts du changement climatique pour GPMM

Le Grand Port Maritime de Marseille risque d'être confronté à une diminution des ressources disponibles en eau, surtout en été, si aucune mesure d'adaptation n'est prise pour limiter les impacts.

Le canal d'Arles à Fos est directement alimenté par la pluie et les apports d'autres canaux, eux-mêmes alimentés par les cours d'eau de la région (Durance, Verdon, ...). Ces apports en eaux pourraient être mis en difficultés dans le futur, avec une baisse annuelle prévue des débits de -10 à -30% (entre 1961-1990 et 2046-2065). Les étiages seront plus sévères : -20% et -30% respectivement pour le Rhône et la Durance à horizon 2050, et des durées de basses eaux plus longues.

Du côté des eaux souterraines, une baisse de la disponibilité de la ressource est à prévoir, puisque la recharge de la nappe du Crau est projetée à la diminution d'ici les années 2050. Or, outre le fait de la diminution quantitative de la ressource impactant les prélèvements, les enjeux liés aux zones humides et au biseau salé risquent d'être impactés.

La disponibilité des ressources en eaux (de surface ou souterraines) risque donc d'être réduite sur le secteur du port, si rien n'est prévu pour adapter les usages. L'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse classe d'ailleurs le territoire en vulnérabilité plutôt élevée (classe 4 sur 5). En outre, le risque inondation par submersion est augmenté pour le port, du fait de la montée du niveau de la mer, phénomène qui est amplifié par le changement climatique.

Hypothèses retenues

Les projections climatiques supposent une diminution significative des ressources en eau de surface (baisse des débits des cours d'eau et étiages plus sévères) et souterraines (réduction de la recharge de la nappe de la Crau) à l'horizon 2050. En parallèle, l'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique est considérée comme un facteur aggravant du risque lié au biseau salé.

IV. HYPOTHESES MAJEURES ISSUES DES ENTRETIENS

Les hypothèses majeures ainsi que les orientations prospectives des enjeux du territoire issues des entretiens avec les sachants locaux peuvent être synthétisées comme suit :

IV. 1. Apports du Rhône (CNR)

Depuis 2022, à la suite des travaux d'étanchéification de l'écluse, les apports du Rhône via l'écluse sont considérés comme nuls.

Néanmoins, une analyse des données historiques disponibles sur la période 2020–2024, relevées à proximité de la station de pompage, en amont et en aval du barrage anti-sel, sera menée. Elle permettra de caractériser les modalités d'alimentation du canal par le Rhône avant les travaux de la CNR et de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique antérieur du système.

IV. 2. Enjeux agricoles (ASA)

Les ASA s'inscrivent dans une démarche de préservation du régime actuel des droits d'eau, basé sur les usages historiques (irrigation et drainage), sans remise en cause significative des volumes mobilisés ni des niveaux de gestion.

Les exploitants agricoles mettent toutefois en avant une contrainte croissante sur les capacités de drainage : l'élévation du niveau d'eau dans le canal limite le drainage gravitaire des parcelles, avec des conséquences directes sur l'accessibilité des sols et les rendements agricoles.

IV. 3. Enjeux naturels (RNR Marais du Vigueirat et de Meyrannes)

À ce stade, la question porte principalement sur l'ordre de grandeur des prélèvements par pompage dans le canal d'Arles à Fos, en particulier ceux réalisés au marais du Vigueirat. La RNR s'interroge sur la soutenabilité à long terme d'un maintien artificiel des niveaux d'eau dans les zones humides, assimilé à une « mise sous perfusion », dans un contexte de raréfaction de la ressource et de changement climatique.

IV. 4. Expertise scientifique du territoire par le BRGM et SYMCRAU

Les échanges avec les responsables des études techniques menées sur le territoire ont permis d'acquérir une compréhension approfondie des relations entre la nappe et le canal (flux nappe–canal, zones d'échanges, etc.) :

- Tronçon amont (en amont du Mas Thibert) : absence de connexion directe entre la nappe et le canal ; les eaux souterraines s'écoulent vers le marais de Meyranne puis les canaux de la Chapelette, du Chalavert et du Ceintureau qui confluent ensuite dans le canal d'Arles à Fos.
- Tronçon intermédiaire (autour du Mas Thibert) : existence potentielle d'échanges nappe–canal, dont la localisation précise et la variabilité saisonnière restent à déterminer dans la suite de l'étude.
- Tronçon aval (en aval du Mas Thibert jusqu'au barrage anti-sel) : absence d'échanges directs selon l'étude GAMBAS ; dans ce secteur, le fonctionnement de la nappe est exclusivement contrôlé par le niveau marin.

Globalement, les apports de la nappe vers le canal pourraient atteindre environ 1,2 m³/s (étude SINERGI). Leur localisation exacte n'est toutefois pas encore identifiée, l'étude GAMBAS ayant uniquement permis d'exclure la zone de la station de pompage. Les phases ultérieures de l'étude devront apporter des éléments de précision à ce sujet.

IV. 5. Synthèse des entretiens

L'alimentation du canal par le Rhône semble exclue à l'heure actuelle. Nous pouvons formuler l'hypothèse qu'il pourrait être envisageable de la mobiliser, selon des modalités à définir, pour participer au maintien quantitatif et qualitatif des eaux du canal.

Le rôle de drainage des terres agricoles du canal est contraint par les niveaux réglementaires. Une baisse de ceux-ci n'aurait donc pas d'influence négative sur l'activité agricole.

La fonction de support du canal aux niveaux d'eau des marais du Vigueirat est un des éléments de leur réflexion qui porte sur une dimension supérieure liée à l'ensemble du fonctionnement du système et donc aux apports amont.

Il n'y a pas de lien direct entre les prélèvements du GPMM et la nappe mais celle-ci influencerait en amont, les niveaux du canal.

L'hypothèse majeure que nous retenons est bien celle du rôle de régulateur du canal joué par l'ensemble barrage anti-sel/ouvrage du Galéjon/station.

V. SYNTHÈSE GLOBALE

Au regard de l'ensemble des éléments présentés, il nous apparaît indispensable de considérer deux dimensions :

La dimension territoriale au sein de laquelle les solutions doivent être trouvées pour faire face aux changements globaux. Le port est partie prenante de ces questions qui le concerne directement mais sur lesquels il n'a pas d'influence directe.

La dimension localisée au niveau des prélèvements portuaires et à laquelle le port doit être en mesure de montrer sa capacité à maintenir les niveaux du canal d'Arles à Fos, à fonctionnement constant du système global, malgré l'augmentation de ses prélèvements.

A défaut, il semble nécessaire de définir la capacité maximale de pompage qui peut être compatible avec le maintien des niveaux et l'alimentation future du canal.

Les niveaux du canal sont garantis par les apports amont. Ces niveaux, définis par arrêté préfectoral, garantissent les fonctions de drainage des terres agricoles en accord avec les besoins des zones humides et de complément d'eau ponctuels pour ces mêmes espaces naturels. Ils participent à prévenir les intrusions salines liées au biseau salé conjointement avec les niveaux de nappe de Crau. Les niveaux du canal sont régulés à l'exutoire par le barrage anti-sel, l'ouvrage du Galéjon, et la station de pompage.

L'objectif du GPMM est donc de démontrer que la somme des rejets cumulés entre barrage anti-sel et station de pompage permet de maintenir les niveaux réglementaires. Pour autant le GPMM ne saurait être en mesure de garantir les apports amont, il en est tributaire au même titre que les autres usagers et l'ensemble des espaces naturels exceptionnels du territoire.

La suite de l'étude a pour objectif de mettre en évidence le débit global d'alimentation du canal, celui-ci étant considéré comme un réservoir régulé, d'en déterminer l'ensemble des affluents et leurs apports respectifs localisés, de quantifier le débit des eaux fatales rejetées en mer pour déterminer la part prélevable sans incidence sur le système hydrologique global.

La méthodologie et les moyens mis en œuvre sont décrits ci-après.

VI. PROGRAMME ET SUIVI DES MESURES

VI. 1. Programme

VI. 1. 1. Mesure des hauteurs

16 points de mesures de hauteur d'eau entre l'écluse d'Arles et le barrage anti-sel, sur le canal d'Arles à Fos et ses affluents ont été installés du 4 au 9 septembre 2025. Ces mesures sont effectuées à l'aide de sondes piézométriques ou de sondes radar, en fonction des caractéristiques spécifiques de chacun des sites.

Les données mesurées à la station de pompage du GPMM seront également exploitées. La demande d'extraction des valeurs sera faite mensuellement par Setec Hydratec auprès du service du GPMM concerné. La localisation de ces points de mesure est présentée ci-après :

- Niveau + conductivité : Dans le canal d'Arles à Bouc au niveau des pertuis à l'entrée de la station de pompage
- Niveau + conductivité : Juste en amont des vannes du Galéjon
- Niveau : Dans le canal d'Arles à Bouc en aval du barrage anti-sel côté mer
- Conductivité : Dans le canal d'Arles à Bouc en amont du barrage anti-sel côté station de pompage.



Figure VI-1 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage

Les appareils seront relevés et contrôlés chaque semaine. Une mesure de hauteur in situ sera effectuée pour vérifier et corriger toute dérive potentielle.

VI. 1. 2. Pluviomètres

L'installation de trois pluviomètres pour une durée de 12 mois a été effectuée du 4 au 9 septembre 2025. Ils sont situés au niveau du Pont Van Gogh, à Mas Thibert et au niveau de la station de pompage du GPMM.

Le matériel utilisé est de la marque HYDREKA, à augets basculants électroniques.

VI. 1. 3. Mesures ponctuelles conductivité/salinité

La conductivité et la salinité sont mesurées une fois par semaine en même temps que les appareils de mesure. Nous utilisons un conductimètre portatif HANNA Instrument conforme USP 645.

VI. 1. 4. Jaugeages

Une première campagne de jaugeage s'est déroulée du 2 au 10 juillet.

Nos méthodologies s'appuient sur les documents suivants :

- NF ISO 9555-1 et NF ISO 9555-3 (Décembre 1994) - Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Méthodes de dilution en régime permanent utilisant des traceurs
- NF X10-131 (Décembre 1974) - Mesure de débit de l'eau dans les conduites fermées
- NF EN ISO 748 (Avril 2009) - Mesurage du débit des liquides dans les canaux découverts au moyen de débitmètres ou de flotteurs
- Jaugeage par dilution de traceur à injection globale (2011) – Groupe de travail EDF/CNR/IRSTEA
- Charte qualité de l'hydrométrie/Guide de bonnes pratiques (Janvier 2017) – SCHAPI

La configuration du site nous contraint à effectuer les jaugeages depuis une embarcation. Pour cela, la méthode du jaugeage des débits par exploration du champ de vitesse est la plus appropriée.

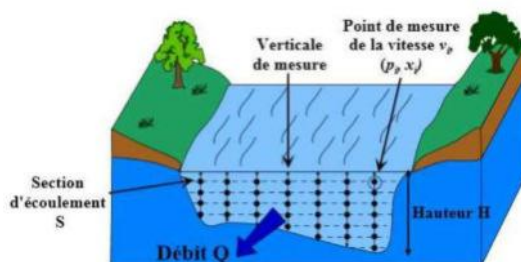


Figure VI-2 : Profil des vitesses en jaugeage

a) Appareillage

Les mesures seront réalisées au courantomètre électromagnétique, méthode particulièrement bien adaptée pour cette gamme de débits.

Le courantomètre utilisé est de marque Valeport, type BFM801 distribué par Hydréka.



Figure VI-3 : Courantomètre

b) Choix des sections de jaugeage

Les sections de jaugeages ont déjà été définies sur site en tenant compte des critères suivants :

- Permettre une mesure sans risques pour le ou les opérateur(s),
- Perpendiculaire à l'écoulement du courant,
- Accessible depuis la berge
- Section régulière et facilement matérialisable
- Profondeur supérieure à 10cm
- Vitesses supérieures à 5mm/s et inférieures à 4 m/s

c) Mesure des abscisses

Les abscisses seront contrôlées grâce à un décamètre tendu en travers du cours d'eau lors de chaque mesure ou à l'aide d'un distance-mètre laser, pointé sur un repère fixe depuis une des rives.

L'opérateur repère la position de son courantomètre à chaque verticale ainsi que :

- les abscisses de chaque rive,
- les abscisses de vitesse nulle (eaux mortes) si celles-ci sont différentes des abscisses des rives.

d) Choix des verticales

La qualité (précision) du jaugeage sera d'autant meilleure que le nombre de verticales sera important.

Le nombre de verticales sera adapté à la configuration des profils en travers de mesure.

Il pourra être compris entre 3 et 20 verticales.

e) Mesure des profondeurs

On retiendra comme origine des profondeurs, le fond du cours d'eau. Elle sera mesurée à l'aide d'une perche graduée.

Le repérage de la profondeur sur une verticale donnée se fera en amenant les électrodes de mesure du courantomètre en limite d'immersion à la surface et en notant la valeur lue sur la graduation de la perche.

Le point le plus bas de vitesse non nulle correspondra à la première mesure au-dessus du fond.

On s'attachera à resserrer les mesures vers le fond se caractérisant par de forts gradients.

f) Mesure des vitesses - méthode point par point

La vitesse d'écoulement en un point n'est jamais constante dans le temps. Cette variabilité impose donc un temps de comptage suffisamment important pour que chaque mesure soit représentative et que la précision soit satisfaisante.

Le temps de comptage par mesure de vitesse sera supérieur ou égal à 5 secondes.

On réalisera 1 à 6 points par verticale. Cette règle devra permettre de ne pas avoir d'écart entre deux points de mesure successifs supérieur à 100%.

On s'attachera à resserrer les points dans la partie basse du profil, où les variations de vitesse sont les plus importantes.

g) Exploitation des mesures de vitesses

La valeur du débit sera obtenue par double intégration des profils de vitesse selon les axes verticaux et horizontaux.

L'exploitation sera réalisée, dans le respect de la norme NF EN ISO 748 : avec le logiciel DEPJAU, développé par le BRGM.

VI. 1. 5. Implantation des points de mesures

Les spécificités pour chacun des points de mesures sont décrites dans le tableau ci-après et localisés sur la carte ci-après.

ID point de mesure	Localisation	Autorisation à obtenir	Statut en date 22/09/2025	Type d'appareil
GPMM_01	Canal du Vigueirat	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_02	Canal d'Arles à Bouc– Pont Van Gogh	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_03	Canal de la Vallée des Baux	Communes d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_04	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_05	Canal affluent RG du canal d'Arles à Bouc	Propriétaire Biosud	Installation 04/09/2025	Radar
GPMM_06	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_07	Canal Affluent en RG du canal d'Arles à Bouc	Propriétaire Biosud	Installation 04/09/2025	Radar
GPMM_08	Canal de Meyranne	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_09	Canal d'Arles à Bouc	-	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
GPMM_10	Canal du Vigueirat	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_11	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_12	Canal du Vigueirat	Département 13 / Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_13	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_14	Canal d'Arles à Bouc	-	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
GPMM_15	Canal d'Arles à Bouc	GPMM	Installation 09/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_16	Canal Centre Crau	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
Galéjon GPMM	Galéjon	GPMM		Autosurveillance GPMM
Station GPMM	Canal d'Arles à Bouc	GPMM		Autosurveillance GPMM
Anti-Sel GPMM	Barrage anti-sel	GPMM		Autosurveillance GPMM

Figure VI-4 : Tableau récapitulatif des points de mesures

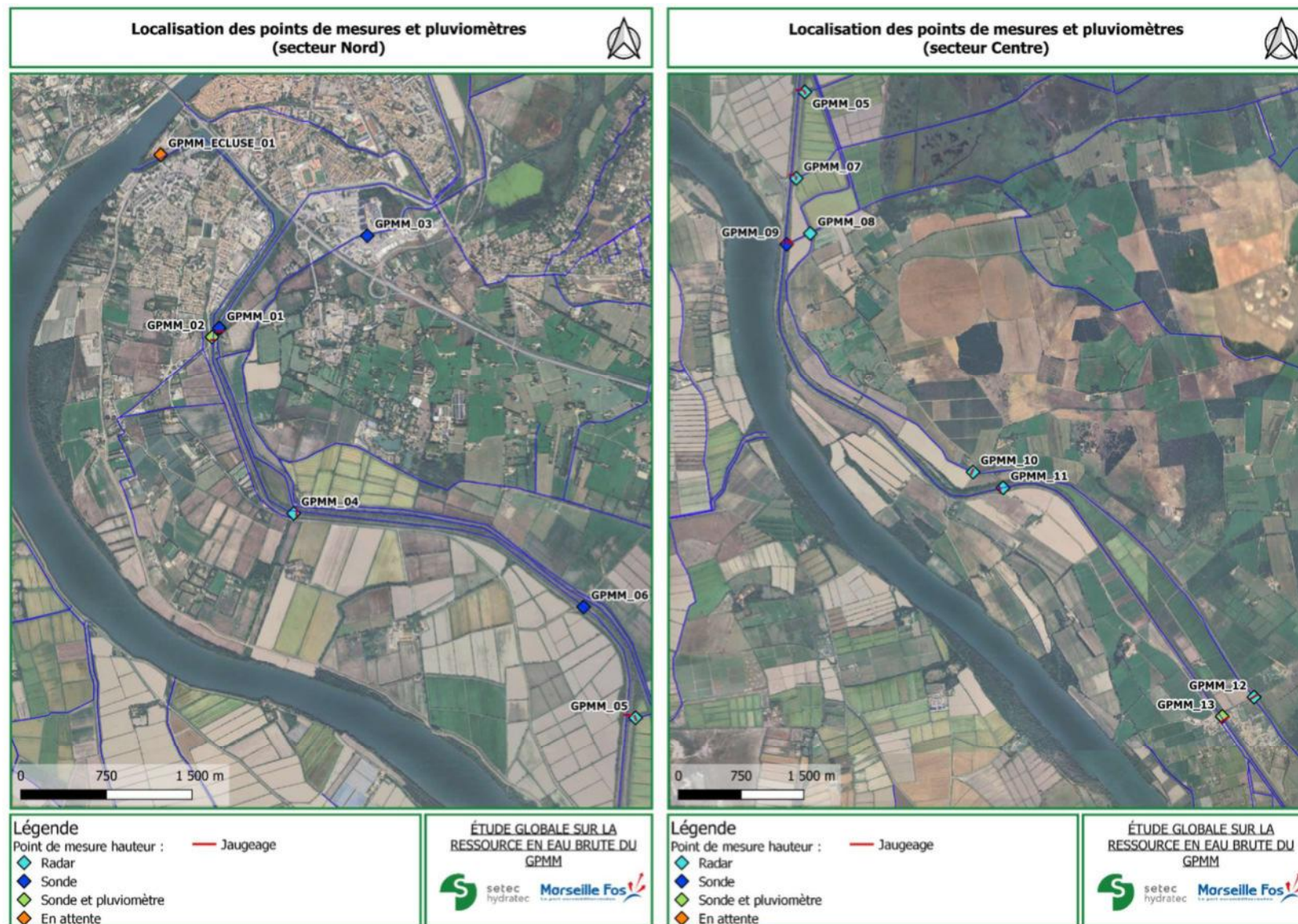


Figure VI-5 : Localisation des points de mesures (secteurs Nord et Centre)

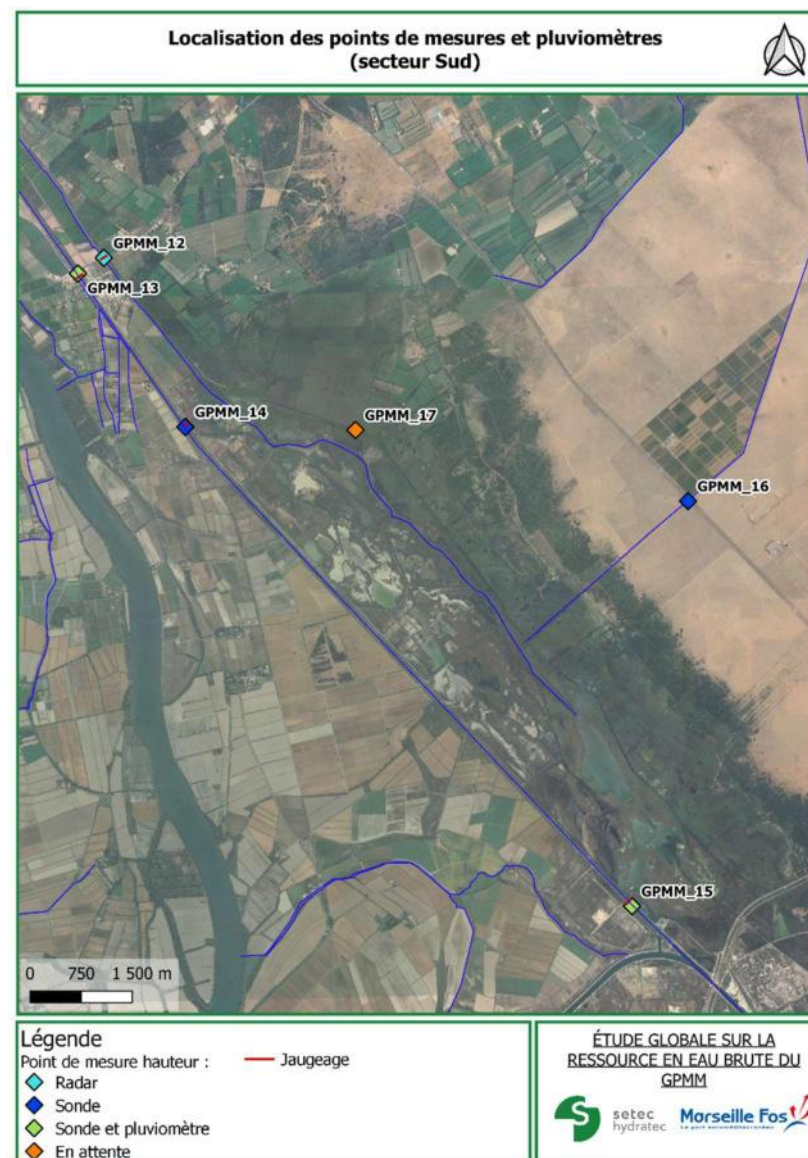


Figure VI-6 : Localisation des points de mesures (secteur Sud)

VI. 2. Mesures

VI. 2. 1. Jaugeages

Une première campagne de jaugeage a été réalisée du 2 au 9 juillet 2025.

Une deuxième campagne de jaugeage a été réalisé du 17 au 30 octobre 2025.

Point de mesure	Jaugeage N°1			Jaugeage N°2		
	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)
GPMM_01	02/07/2025	15,6	0,811	24/10/2025	15,45	1,87
GPMM_02	04/07/2025	8	1,05	24/10/2025	8	0,31
GPMM_03	Non réalisé			30/10/2025	17,70	2,83
GPMM_04	04/07/2025	26,6	3,31	27/10/2025	26,33	3,12
GPMM_05	03/07/2025	5,4	1,18	17/10/2025	5,45	0,77
GPMM_06	04/07/2025	29,6	2,81	30/10/2025	25,5	4,14
GPMM_06 aval	03/07/2025	27,4	4,49	24/10/2025	29	4,21
GPMM_07	03/07/2025	4,9	0,69	24/10/2025	6,50	1,46
GPMM_08	07/07/2025	8,51	1,11	27/10/2025	8,54	1,46
GPMM_09	07/07/2025	24,2	5,13	27/10/2025	24,15	4,85
GPMM_10	02/07/2025	15,4	1,02	28/10/2025	13,70	1,87
GPMM_11	07/07/2025	26,8	5,45	28/10/2025	27,60	4,82
GPMM_12	02/07/2025	13,5	1,13	17/10/2025	14	2,15
GPMM_13	07/07/2025	23	5,55	21/10/2025	24,50	7,31
GPMM_14	09/07/2025	25	4,71	21/10/2025	24,70	8,03
GPMM_15	09/07/2025	25,8	2,4	28/10/2025	26,61	7,69
GPMM_16	Non réalisé			17/10/2025	3,67	0,67

VI. 2. 2. Mesures de hauteur

a) Points de mesures Hydratec

Les résultats du premier mois de mesure sont présentés sur les graphiques suivants. Et les résultats du premier trimestre dans le rapport trimestriel de suivi des points de mesure.

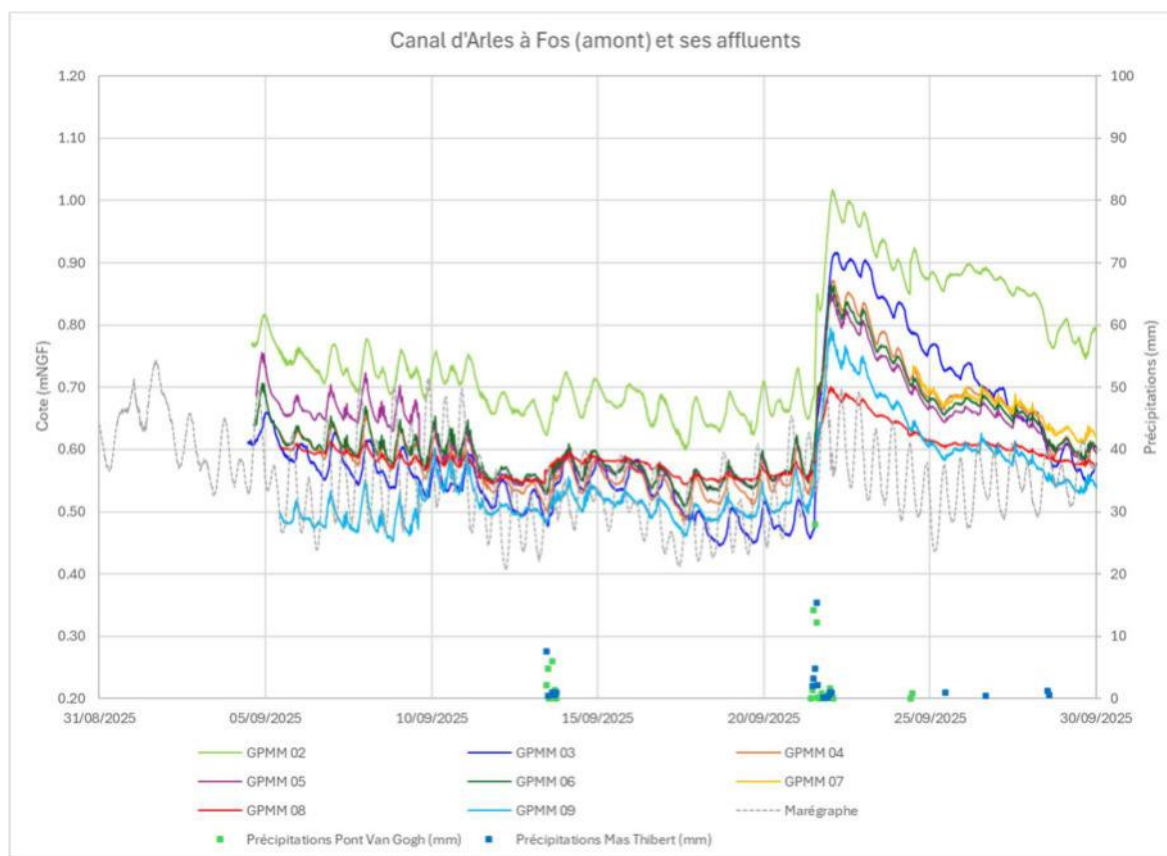


Figure VI-7 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert

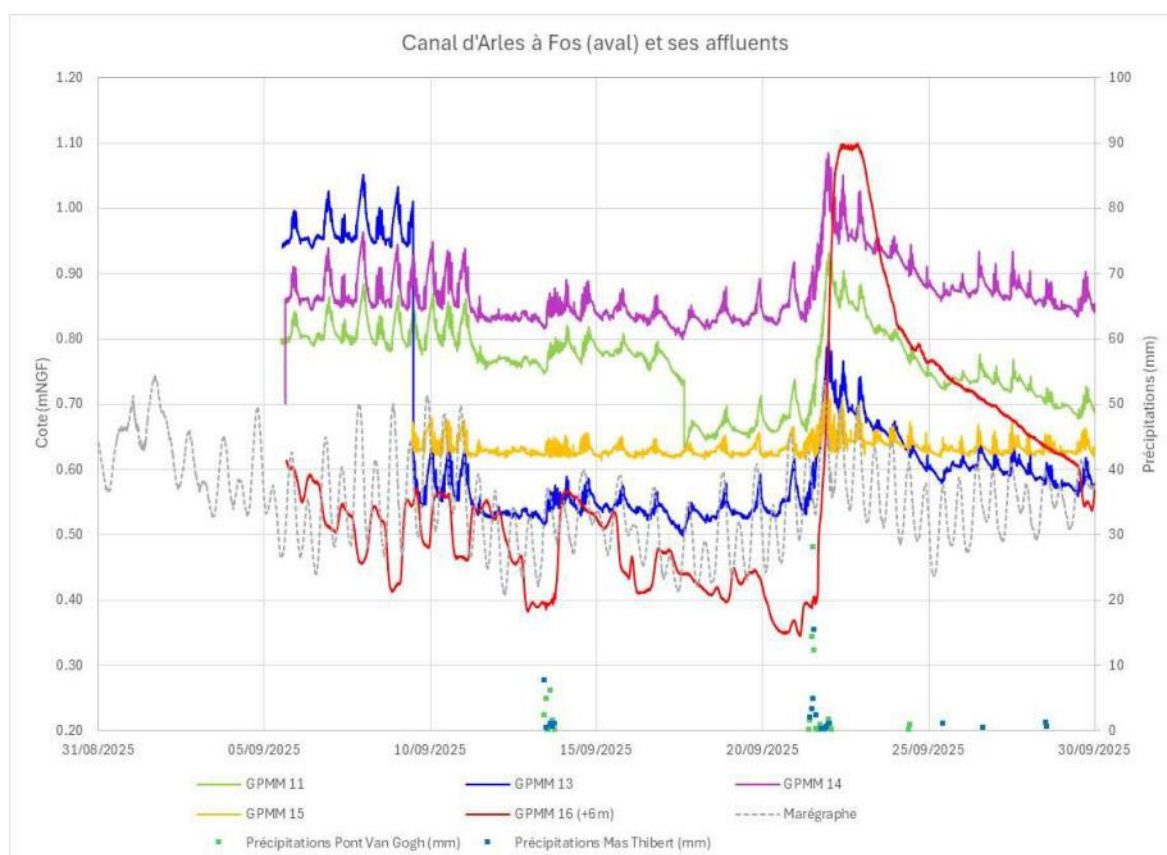


Figure VI-8 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en aval de Mas Thibert

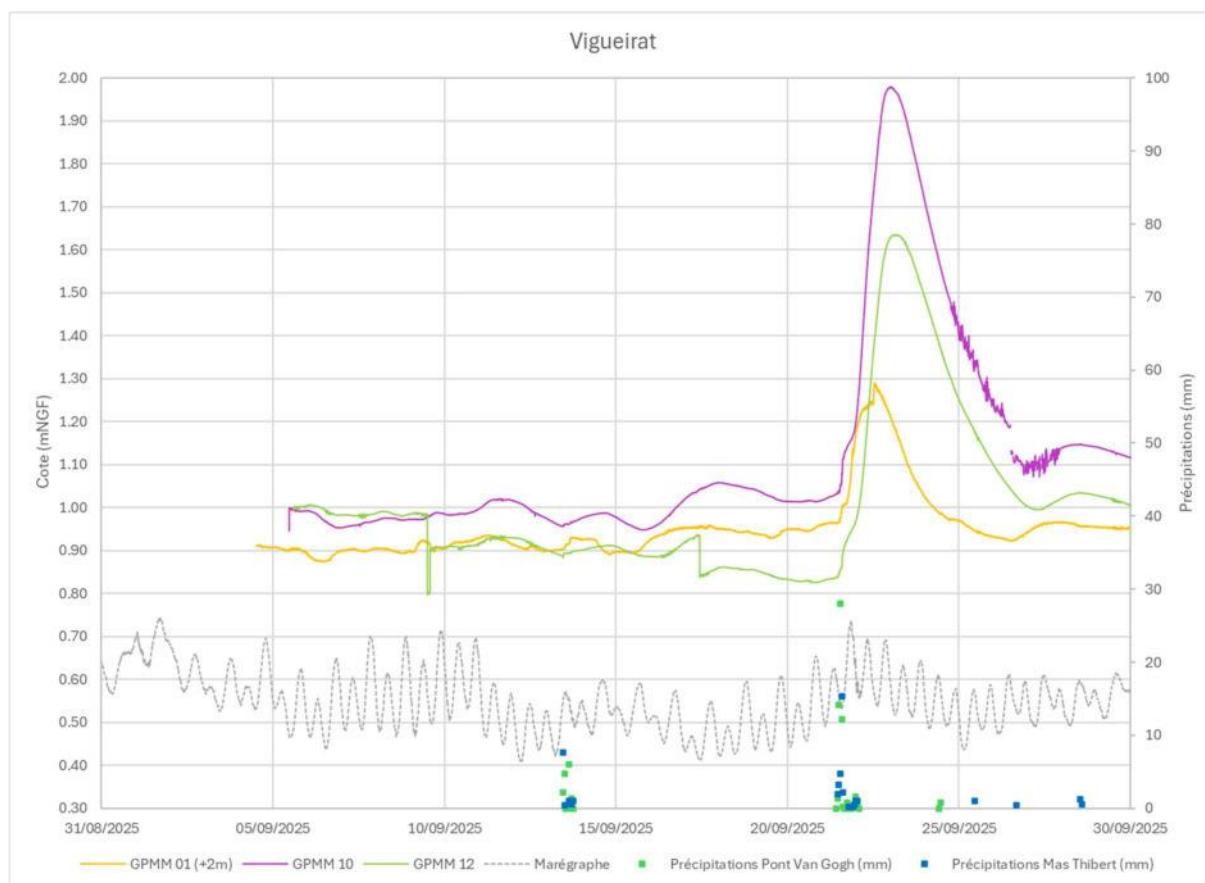


Figure VI-9 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat

Le niveau du canal suit le niveau marin ce qui n'est pas le cas du Vigueirat et du Canal centre Crau.

L'évènement pluvieux du 21 septembre a généré une sur élévation des niveaux sur l'ensemble du secteur d'étude :

- Sur le Canal d'Arles à Fos :
 - Amont Mas Thibert : entre +20 et +60 cm
 - Aval Mas Thibert : entre +5 et +10 cm
- Sur le Vigueirat : entre +80 cm (GPMM_12) en aval et + 2 m (environ) en amont (GPMM_01)
- Sur le Canal centre Crau : +70 cm environ (GPMM_16)

Remarque :

L'évènement pluvieux du 21 septembre a également généré une modification du fond assez importante au point GPMM10. Des embâcles ont bloqué entièrement les travées gauche et droite du pont sur lequel est fixé la sonde, laissant uniquement la voûte centrale libre, ce qui a causé un surcreusement du fond sur l'axe central du canal. Les fonds sont en train de se stabiliser et de se rééquilibrer à la suite de l'enlèvement des embâcles. La transmission des données n'a pas été interrompue car l'appareil de mesure est fixé sur l'axe central. Mais la section de jaugeage a été modifiée.



Figure VI-10 : Point de mesure GPMM10 - Embâcles visibles suite à l'évènement du 21 septembre 2025

b) Points de mesures GPMM

Les données de mesures fournies par le GPMM à la station de pompage sur le mois de septembre 2025 sont présentées sur les graphiques suivants. Les mesures du premier trimestre sont présentées dans le rapport trimestriel de suivi des points de mesure.

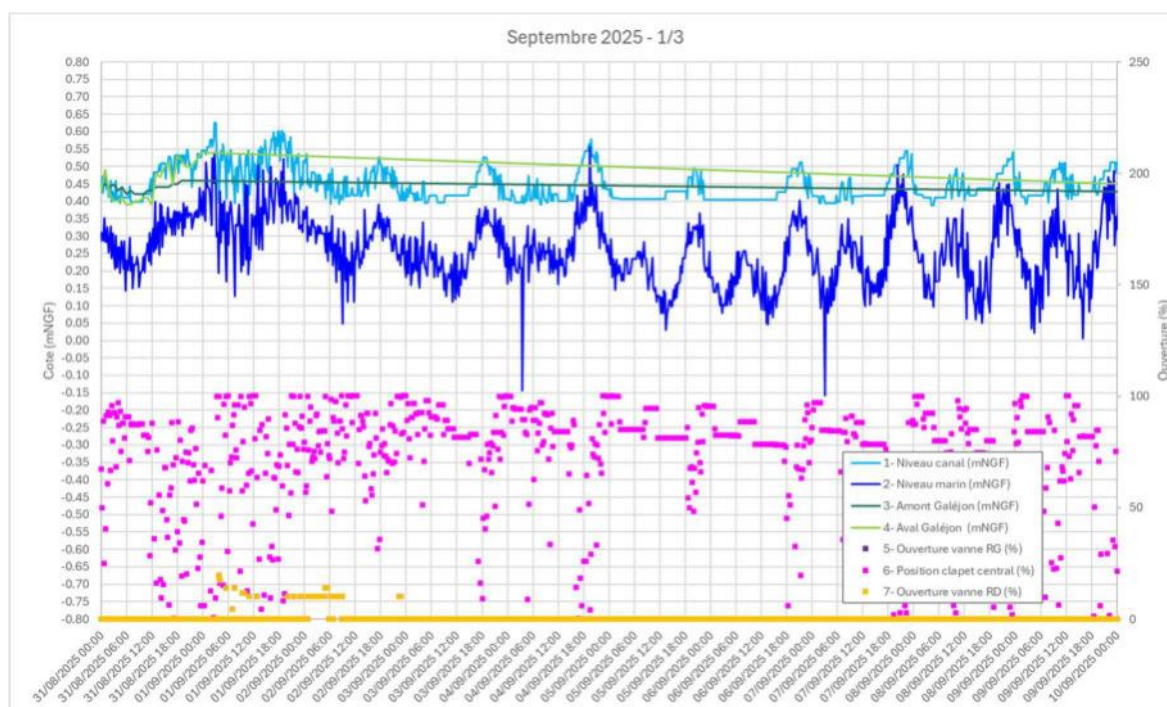


Figure VI-11 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1er au 10 septembre 2025)

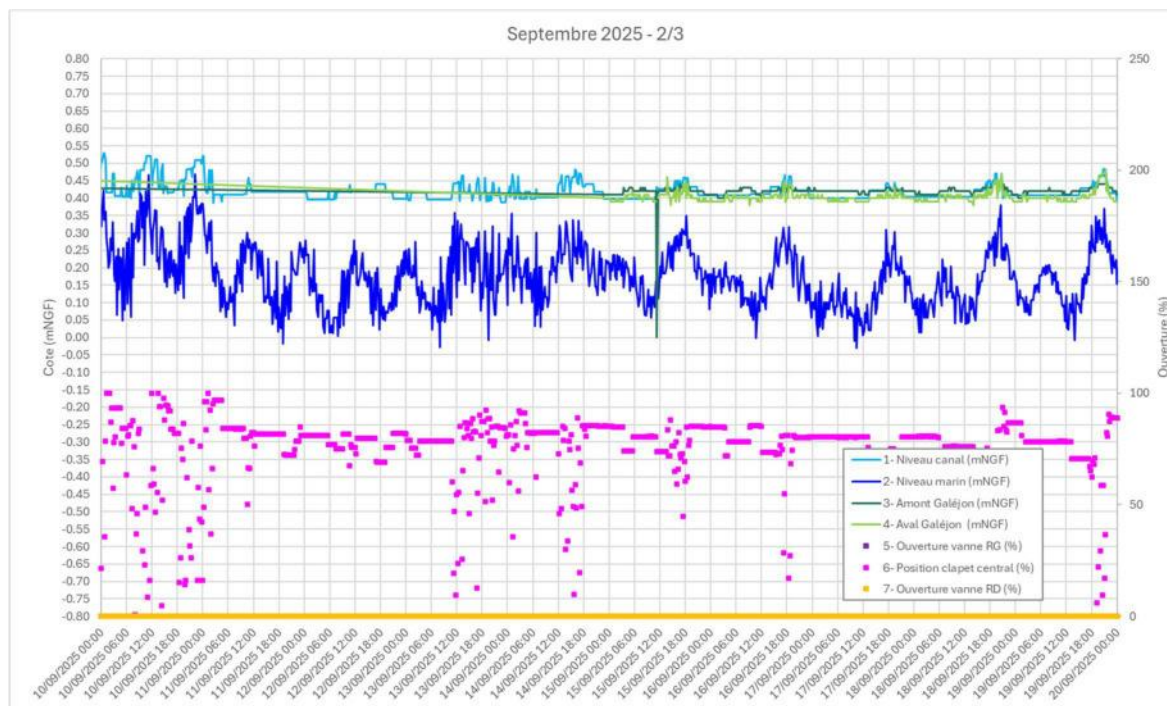


Figure VI-12 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 septembre 2025)

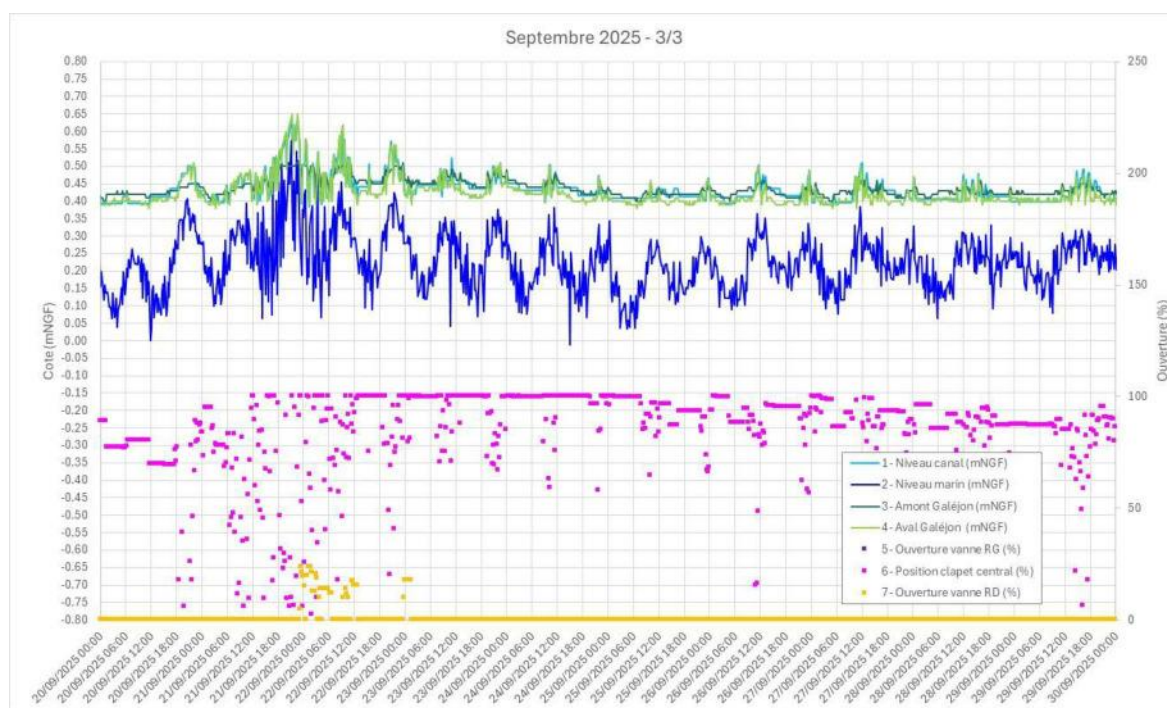


Figure VI-13 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 25 septembre 2025)

On constate que globalement, le niveau du canal suit le niveau marin avec un niveau minimum de 0.40 m NGF. Les jours de temps sec, l'amplitude de variation du niveau du canal est de 5 cm environ. Lors des épisodes pluvieux importants l'amplitude de variation peut atteindre 20 cm (à la suite de l'épisode du 21 septembre 2025 par exemple).

Les vannes latérales sont en position fermée sur l'ensemble du mois de septembre. Pour rappel, ces vannes sont mobilisés de façon ponctuelle pour répondre à des épisodes de crues. Le clapet central est ouvert à 75% sur plus de 80% du temps ce qui laisse entendre une marge de manœuvre importante pour faire face à une augmentation des prélèvements qui nécessitera un abaissement du clapet plus important pour maintenir les niveaux conformes.

Le graphique ci-après présente également les moyennes annuelles et mensuelles des niveaux journaliers en amont (niveau canal) et en aval (niveau mer) du barrage anti-sel sur la période 2005 - 2025. Ces données ont été fournies par le GPMM en décembre 2025.

On constate une légère surélévation à la fois du niveau marin et du niveau du canal sur les trois dernières années comparativement à la période 2005-2025.

Le niveau marin moyen annuel est de +0.20 mNGF et le niveau moyen annuel dans le canal est +0.40 mNGF.

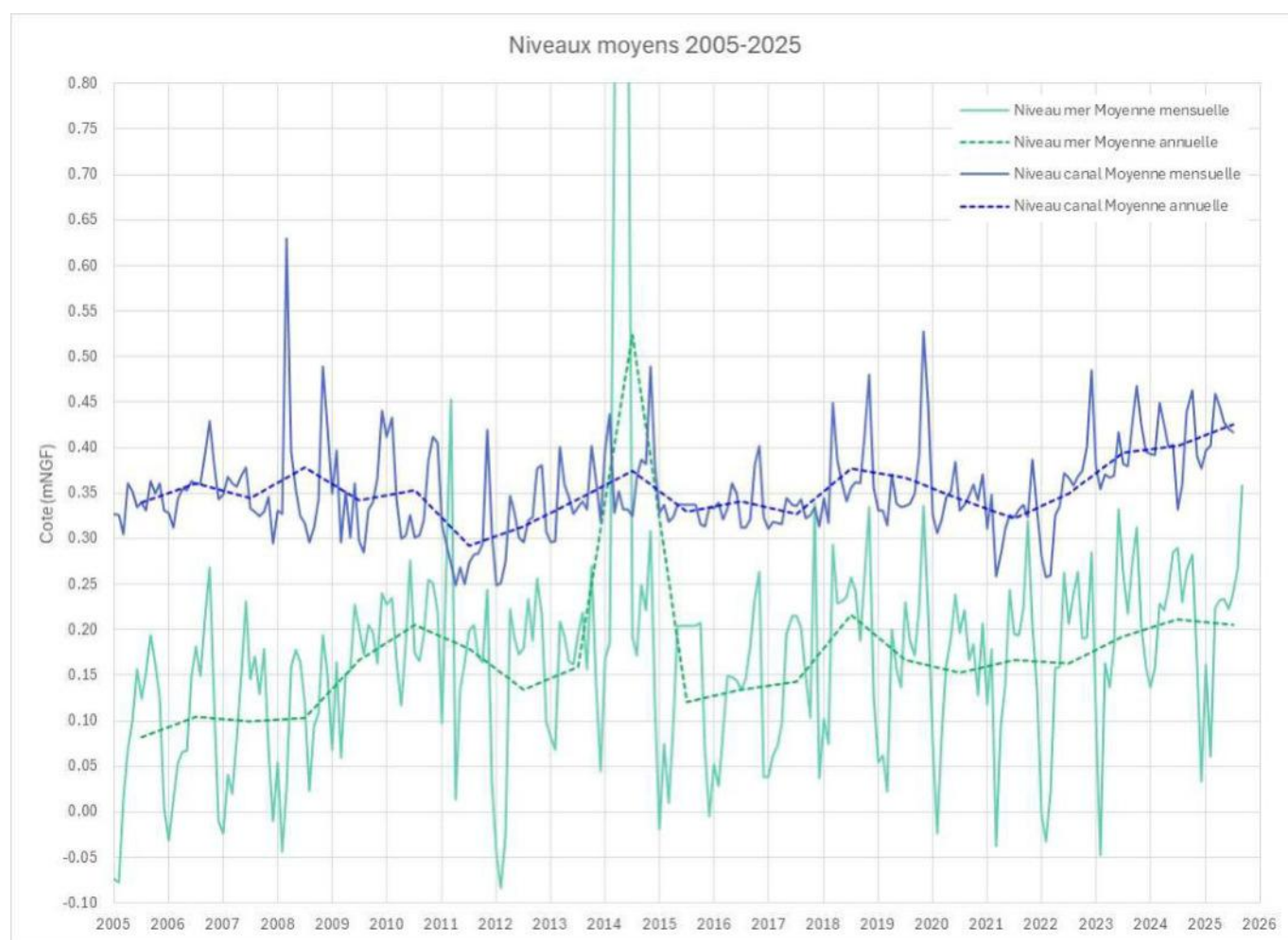


Figure VI-14 : Niveaux moyens 2005-2025, amont et aval BAS

VII. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU CANAL D'ARLES A FOS - SCENARIO DE REFERENCE

VII. 1. Objectifs et démarche de synthèse

Ce chapitre vise à proposer un schéma du fonctionnement hydraulique du canal d'Arles à Fos, en s'appuyant sur l'ensemble des connaissances issues de la bibliographie, des entretiens réalisés et des principales études de référence (SIMBA, GAMBAS, SINERGI, ECOSPHERE, GREC SUD etc.).

Le canal d'Arles à Fos constitue à la fois un axe hydraulique majeur, un ouvrage de gestion anthropique et une interface directe entre les eaux de surface, les eaux souterraines et le milieu marin.

L'objectif n'est pas de reproduire les résultats détaillés de ces études, mais d'en extraire une lecture fonctionnelle intégrée, permettant :

- de hiérarchiser les mécanismes hydrauliques en jeu,
- d'identifier les interactions clés entre compartiments,
- et de dégager les principaux facteurs de vulnérabilité du système, notamment dans un contexte de changement climatique.

VII. 2. Schéma de fonctionnement général de l'hydrosystème

VII. 2. 1. Principe général de fonctionnement

Le fonctionnement hydraulique du canal repose sur un système fortement couplé entre :

- les apports pluviométriques,
- les apports anthropiques (irrigation, transferts interbassins via les canaux),
- la nappe alluviale de la Crau,
- les réseaux de canaux,
- et le milieu marin en aval.

Le canal d'Arles à Fos occupe une position centrale dans ce dispositif. Il constitue à la fois un vecteur de transfert, un outil de régulation hydraulique et un exutoire partiel de la nappe alluviale. Son fonctionnement conditionne directement les équilibres piézométriques locaux, les échanges nappe-canal, ainsi que la régulation des niveaux d'eau des zones humides et de leurs usages.

VII. 2. 2. Hypothèse structurante

Le canal d'Arles à Fos joue un rôle central dans le fonctionnement hydraulique de la Crau, sa fonction première étant le drainage des eaux excédentaires issues à la fois de l'irrigation agricole, des précipitations et des écoulements souterrains. Il constitue un des exutoires du système hydrologique régional, assurant la régulation des niveaux d'eau dans les terres agricoles, les zones naturelles et les réseaux de canaux affluents. Des niveaux plutôt bas améliorent le ressuyage des terres mais peuvent conduire à un abaissement des niveaux d'eau dans les Marais du Vigueirat et zones humides connectées, tandis que des niveaux trop hauts risquent d'inonder ces milieux et les terres agricoles.

Etant donné sa très faible pente il peut être considéré hydrauliquement comme un plan d'eau.

Il fonctionne avant tout comme un exutoire hydraulique régulé, dont les niveaux sont principalement contraints, sur son tronçon aval, par le niveau marin et la gestion des ouvrages hydrauliques aval, tandis que les tronçons amont et intermédiaires restent influencés par les apports hydrologiques au système et les échanges avec la nappe alluviale.

VII. 2. 3. Relations directes – flux hydrauliques structurants

a) Apports et processus de recharge

Les apports hydriques directs du système reposent sur deux composantes principales :

- la pluviométrie,
- la recharge induite par l'irrigation gravitaire (apports de la Durance via les réseaux de canaux).

La recharge naturelle par les précipitations constitue un apport fondamental mais fortement variable, dépendant de la saisonnalité et du contexte climatique méditerranéen. Elle présente une variabilité interannuelle marquée, limitant son rôle de soutien durable des niveaux piézométriques. Pour autant, cette variabilité n'est pas marquée en hiver, période de basse eaux du système, limitant son impact à ce moment critique de l'année.

L'irrigation gravitaire constitue un apport anthropique structurant du système. Elle assure une recharge significative et relativement régulière de la nappe, contribuant au maintien des niveaux piézométriques, notamment en période estivale. La bibliographie converge pour montrer que cette recharge joue un rôle tampon essentiel dans l'équilibre hydrogéologique et hydrosalin de la Crau.

Les apports directs du Rhône vers le canal d'Arles à Fos sont considérés comme **nuls**, a minima depuis 2022.

b) Interactions entre le canal d'Arles à Fos et la nappe alluviale

Les études SIMBA et SINERGI mettent en évidence un fort couplage hydraulique entre les zones humides, le canal d'Arles à Fos et la nappe alluviale, en particulier en Basse Crau.

Les zones humides constituent une condition limite aval majeure pour l'aquifère côtier.

Le canal constitue la deuxième (par son débit) condition limite aval pour l'aquifère côtier, en imposant une charge hydraulique relativement stable, généralement comprise entre 0.00 et 1.00 m NGF.

Les échanges de flux entre le canal et la nappe sont bidirectionnels et dépendent des conditions hydrologiques :

- en période de hautes eaux, le canal peut localement réalimenter la nappe ;
- en période de basses eaux, la nappe contribue à l'alimentation du canal.

Les travaux du projet SINERGI estiment :

- à environ 3.4 m³/s le flux moyen de la nappe de la Crau vers les marais de Meyranne et les marais du Vigueirat sur la période 2011–2018,
- à environ 1.2 m³/s le flux moyen de la nappe de la Crau vers le canal d'Arles à Fos sur la période 2011–2018, le canal étant considéré comme un exutoire naturel de l'aquifère à l'échelle régionale.

Ces éléments confirment que le canal fonctionne simultanément comme vecteur d'alimentation localisé, régulateur hydraulique et exutoire partiel de la nappe, selon les secteurs et les conditions hydrologiques.

VII. 2. 4. Relations indirectes : milieux dépendants et équilibres salins

a) Interactions entre la nappe alluviale et les zones humides

Les zones humides de la plaine de la Crau présentent une dépendance étroite vis-à-vis de la nappe. Les marais de Meyranne et du Vigueirat constituent des exutoires naturels majeurs de la nappe, caractérisés par la présence de résurgences (laurons) aux débits significatifs.

Toutefois, leur fonctionnement est fortement modulé par les réseaux de canaux, notamment le canal du Vigueirat et ses dérivations. Ces infrastructures jouent un rôle déterminant dans la redistribution, le stockage et l'évacuation de l'eau, influençant directement l'extension, la durée des inondations et la diversité des habitats.

Le canal d'Arles à Fos constitue le principal exutoire pour ces réseaux secondaires qu'il peut ponctuellement alimenter au niveau des marais du Vigueirat. La disponibilité en eau des zones humides résulte ainsi d'un équilibre entre processus naturels et gestion anthropique, faisant de ces milieux des indicateurs sensibles de l'état hydraulique global du système.

b) Interactions nappe – Canal d'Arles à Fos – mer : dynamique du biseau salé

Les projets SIMBA et GAMBAS ont permis d'approfondir la compréhension des relations entre la nappe alluviale, les eaux de surface et le milieu marin en Basse Crau.

Ils montrent que, dans les secteurs aval, la piézométrie est fortement influencée par le niveau marin, tandis que l'impact direct de la gestion des ouvrages du canal devient secondaire.

Les aménagements portuaires et hydrauliques ont modifié les équilibres historiques, favorisant localement la progression du biseau salé. Toutefois, les études convergent pour montrer que :

- le barrage anti-sel protège efficacement les usages de surface,
- la recharge liée à l'irrigation est un facteur clé pour contenir l'intrusion saline,
- la stabilité actuelle du biseau repose sur un équilibre hydraulique fragile entre pression exercée par les niveaux marins et celle exercée par les eaux souterraines et de surface.

Le maintien de niveaux piézométriques suffisants apparaît donc indispensable pour limiter le risque de salinisation de la nappe.

VII. 2. 5. Synthèse des hypothèses fonctionnelles retenues

À l'issue de cette analyse, les hypothèses majeures retenues pour décrire le fonctionnement actuel de l'hydrosystème sont les suivantes :

- Le canal d'Arles à Fos fonctionne comme un plan d'eau régulé par le barrage anti-sel,
- Les échanges nappe–canal sont globalement dirigés de la nappe vers le canal, avec un flux moyen estimé à $\approx 1,2$ m³/s, probablement localisé sur le tronçon intermédiaire au niveau du Mas Thibert.
- La gestion actuelle des ouvrages n'a pas d'effet notable sur la nappe de Crau ni sur le biseau salé, dont la dynamique reste principalement contrôlée par le niveau marin.
- La continuité et la quantité des apports duranciens sont essentielles à l'équilibre global.
- L'irrigation gravitaire constitue le principal levier de recharge de la nappe et de stabilité hydrosaline.
- Les zones humides sont dépendantes de la gestion humaine des eaux plus que de la dynamique naturelle de recharge.
- Le système fonctionne comme un hydrosystème couplé (Durance – canaux – irrigation – nappe – zones humides – mer).

- Le changement climatique est un facteur de fragilisation majeur (baisse de recharge, évaporation accrue, risque d'intrusion saline).
- La qualité des eaux pompées (salinité) est régulée en surface par le barrage anti-sel (attention: vigilance sur la qualité des bassins versants amont).

Le schéma de fonctionnement proposé est présenté page suivante figure VI-1.

Les flux représentés sur ce schéma seront quantifiés grâce à modélisation hydraulique et hydrogéologique mise en œuvre dans la suite de l'étude.

Les premières données de jaugeages relevées en juillet et octobre 2025 sont reportées dans le tableau ci-dessous (figure VI-2). Elles sont mises en vis-à-vis des débits calculés dans l'étude BCEOM de 2007.

Les données de jaugeages étant mesurées *in situ* à un instant T, elles sont dépendantes des conditions dans lesquelles elles sont effectuées. Les données issues de l'étude BCEOM ont été réalisées sur la base de données bathymétriques et de profils en travers. Ce sont donc des données calculées indépendantes de toutes conditions de mesures. Cette différence méthodologique explique les écarts, parfois importants, que l'on peut observer.

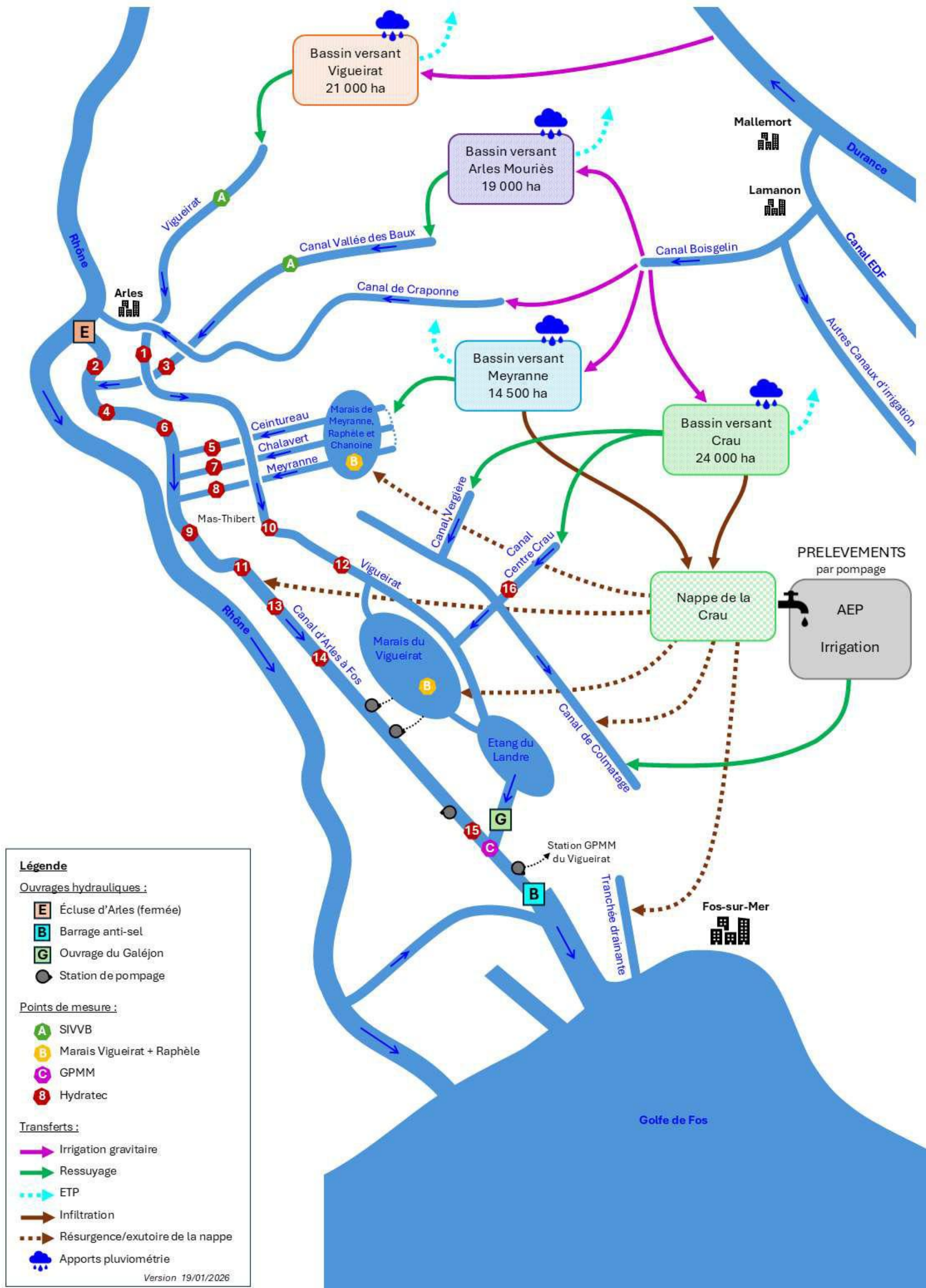


Figure VII-1 : Schéma du fonctionnement hydraulique du Canal d'Arles à Fos (version 1)

Débit instantané (m³/s)		Débit moyen printemps (juin)		Débit moyen hivernal (1er mars)		Débit de crue (décembre 2003)		Débit jaugé	
Cours d'eau / canal	Localisation	Débit	Source	Débit	Source	Débit	Source	Débit	Date
Vigueirat	Saint Gabriel	3.4	1	1.35	1	35	1		
Vigueirat	GPMM_01							0.811/1.87	juil-25/oct-25
Vigueirat	GPMM_10							1.02/1.87	juil-25/oct-25
Vigueirat	GPMM_12							1.13/2.15	juil-25/oct-25
Vallée des Baux	GPMM_03							2.83	oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_02	7	2	3.27	2	14 + 2	2	1.05/0.81	juil-25/oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_04							3.31/3.12	juil-25/oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_06							2.81/4.14	juil-25/oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_09							5.13/4.85	juil-25/oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_11							5.45/4.82	juil-25/oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_13							5.55/7.31	juil-25/oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_14							4.71/8.03	juil-25/oct-25
Canal d'Arles à Fos	GPMM_15	11.68	2	6.53	2			2.4/7.69	juil-25/oct-25
Pompage GPMM	Débit pompé	0.97	3	0.76	3				
Exutoire mer	Barrage anti-sel	10.71	2	5.77	2				
Canal Ceintureau	GPMM_05							1.18/0.77	juil-25/oct-25
Canal Chalavert	GPMM_07							0.69/1.46	juil-25/oct-25
Bassin versant Chapelette/Meyranne	Chapelette								
Canal Chapelette	GPMM_08	1.28	2	0	2	26	2	1.11/1.46	juil-25/oct-25
Canal Centre Crau	GPMM_16	0	2	1.91	2	12 + 4	2	0.67	oct-25

- Source**
- 1 Mesures aux station hydrométriques - Etude BCEOM 2007
 - 2 Calcul/modélisation - Etude BCEOM 2007
 - 3 Mesure GPMM - Etude BCEOM 2007

Figure VII-2 : Valeurs de débit instantané du réseau hydraulique de surface (bibliographie et jaugeages 2025)

	Débit moyen annuel (Mm ³ /an)		Commentaires
	Débit	Source	
Masse d'eau superficielle			
Canal Boisgelin – Craonne	638	4	Sur la période d'irrigation uniquement (mars – octobre)
Canaux de la Crau	425	5	
Masse d'eau souterraine – Nappe de la Crau			
Recharge de la nappe par irrigation	240	5	
Recharge de la nappe par précipitations	120	5	
Recharge de la nappe par aquifères bordiers	10	5	
Flux sortant par prélèvements	70	5	
Flux sortant par systèmes superficiels	160	5	90% vers étangs intérieurs, les canaux de drainage et le canal d'Arles à Bouc / 10% vers la mer
Flux sortant par zones humides bordure Crau	130	5	80% vers les marais de la bordure sud, 12% vers la dépression des Baux, 8% vers la Touloubre

Source 4 Guide pratique de l'arrosant - 2005

5 Etude SINERGI - 2019

VII. 3. Incertitudes des connaissances sur le fonctionnement hydraulique global

VII. 3. 1. Canal

Les incertitudes liées au canal d'Arles à Fos résultent principalement du manque de données précises et actualisées concernant sa géométrie (largeur, profondeur, pente, profil en travers) et l'état de ses berges et ouvrages (vannes, seuils, régulateurs,...), ce qui limite la capacité à simuler correctement les flux et à évaluer les débits par modélisation.

Par ailleurs, les informations disponibles sur les débits transitant dans le canal, leurs variations saisonnières et interannuelles, restent fragmentaires et hétérogènes. La campagne de mesures viendra compléter ces données.

VII. 3. 2. Eaux souterraines – biseau salé

L'analyse des données d'entrée du SYMCRAU et du BRGM amènent à soulever les incertitudes suivantes :

- Les mécanismes d'échange nappe-canal restent mal connus (localisation, connectivité hydraulique, direction de l'échange selon la période hydrologique etc.) ;
- Géométrie du substratum alluvial dont l'hétérogénéité pourrait influencer l'épaisseur et la circulation du biseau salé, la répartition des flux verticaux entre nappe libre et captive ;
- Etendue, épaisseur et dynamique du biseau salé (suivi spatio-temporel insuffisant) ;
- Influence réelle des ouvrages hydrauliques (périodes de suivi courtes et sur des conditions hydrologiques moyennes) ;
- Rôle de la recharge d'origine agricole et climatique (étude du SYMCRAU à venir) ;
- Absence d'un suivi intégré nappe-canal-mer en basse Crau.

Enfin, l'impact du changement climatique reste difficile à anticiper sur la position du biseau salé, la recharge naturelle et les équilibres eau douce/eau salée.

VII. 3. 3. Zones humides

L'analyse des données d'entrée concernant les zones humides amènent à soulever les incertitudes suivantes :

- Gestion hydraulique et écologique : manque de connaissances sur la morphologie des fonds, les volumes d'eau disponibles, les niveaux hydrologiques optimaux et les seuils d'alerte en cas de déficit prolongé, limitant l'évaluation de la capacité de rétention, de régulation et de résilience des milieux ;
- Fiabilité des apports en eau du canal d'Arles à Fos : variabilité des débits liée aux usages concurrents (irrigation, industrie, besoins écologiques) pouvant altérer le bilan hydrologique et le fonctionnement écologique des zones humides, notamment en période de sécheresse ;
- Hétérogénéité de la dépendance hydrologique : disparités entre zones alimentées majoritairement par le canal et celles dépendant de la nappe phréatique, rendant difficile la modélisation intégrée des flux et la prévision des réponses locales aux variations du régime hydrologique.

VII. 3. 4. Besoins complémentaires pour la phase 2

a) Canal d'Arles à Fos

Les données complémentaires identifiées, nécessaires à la construction du modèle, sont les suivantes :



GRAND PORT MARITIME DE MARSEILLE (GPMM)

ÉTUDE GLOBALE SUR LA RESSOURCE EN EAU BRUTE DU GPMM

Campagne de mesure : Trimestre 1

59813 | Jan. 2026 – V0 | P. FERRET/A.BLONDEL

Setec hydratec

3 Chemin des Gorges de Cabriès

13127 Vitrolles

Courriel : hydra@hydra.setec.fr

T : 04 86 15 62 50



Directeur de projet

M. ROMANO

Responsable d'affaire

P. FERRET/A.BLONDEL

N° Affaire

59813

Fichier : 59813_GPMM_EAU_BRUTE_Phase1_MesuresT1_V0.docx

V.	Date	Établi par	Vérifié par	Approuvé par	Nb. pages	Observations / Visa
V0	Jan. 2026	Sophie Le Gras Léa Raynaud	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	36	

TABLE DES MATIERES

I. CADRE GENERAL DE LA MISSION	5
I. 1. Contexte général de la mission	5
I. 2. Contexte et objectifs de la phase 1	6
I. 2. 1. Cadre général de la phase 1	6
I. 2. 2. Objectifs spécifiques.....	6
II. PROGRAMME ET SUIVI DES MESURES	7
II. 1. Mesure des hauteurs.....	7
II. 2. Pluviomètres	7
II. 3. Mesures ponctuelles conductivité/salinité	8
II. 4. Jaugeages	8
II. 4. 1. Appareillage.....	8
II. 4. 2. Choix des sections de jaugeage	9
II. 4. 3. Mesure des abscisses	9
II. 4. 4. Choix des verticales	9
II. 4. 5. Mesure des profondeurs	9
II. 4. 6. Mesure des vitesses - méthode point par point	10
II. 4. 7. Exploitation des mesures de vitesses	10
II. 5. Implantation des points de mesures	10
III. MESURES	14
III. 1. Jaugeages	14
III. 1. 1. Profils en long.....	14
III. 1. 2. Mesures de débits	16
III. 2. Mesures de hauteur.....	18
III. 2. 1. Points de mesures Hydratec	18
III. 2. 1. Points de mesures GPMM	23
III. 2. 2. Moyennes mensuelles.....	33
IV. ANNEXES.....	36
IV. 1. Annexe A : Jaugeages	36

FIGURES

Figure 1 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)	5
Figure 2 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage	7
Figure 3 : Profil des vitesses en jaugeage	8
Figure 4 : Courantomètre	9
Figure 5 : Tableau récapitulatif des points de mesures	11
Figure 6 : Localisation des points de mesures (secteurs Nord et Centre)	12
Figure 7 : Localisation des points de mesures (secteur Sud).....	13
Figure 8 : Profil en long du canal d'Arles à Fos	15
Figure 9 : Profil en long du canal du Vigueirat.....	15
Figure 10 : Profils en long comparés du Vigueirat et du canal d'Arles à Fos	16
Figure 11 : Schéma hydraulique du canal et affluents avec débits jaugés en juillet 2025 et octobre 2025	17
Figure 12 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert	19
Figure 13 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en aval de Mas Thibert	20
Figure 14 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat	21
Figure 15 : Point de mesure GPMM10 - Embâcles visibles suite à l'évènement du 21 septembre 2025	22
Figure 16 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1 ^{er} au 10 septembre 2025)	24
Figure 17 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 septembre 2025)	25
Figure 18 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 30 septembre 2025)	26
Figure 19 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1 ^{er} au 10 octobre 2025).....	27
Figure 20 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 octobre 2025)	28
Figure 21 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 31 octobre 2025)	29
Figure 22 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1 ^{er} au 10 novembre 2025)	30
Figure 23 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 15 novembre 2025)	31
Figure 24 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Septembre 2025)	34
Figure 25 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Octobre 2025)	35

I. CADRE GENERAL DE LA MISSION

I. 1. Contexte général de la mission

Le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) alimente en eau douce les industries implantées sur les bassins Ouest du port, à partir de la station de pompage du Vigueirat, située sur le canal d'Arles à Fos.

Ce canal, ancien canal de navigation reliant Arles à Port-de-Bouc, est alimenté par de multiples affluents (canaux agricoles de la Crau, roubines, exutoires naturels et réseaux d'assainissement). Il joue un rôle clé dans le fonctionnement hydrologique de la nappe de Crau, elle-même majoritairement alimentée par les dérivations de la Durance.

Le canal débouche dans le canal de navigation du Rhône puis dans la darse 1 du port de Port-de-Bouc. Un barrage anti-sel (BAS), géré par le GPMM, limite les intrusions d'eau salée depuis la mer et assure la protection de la ressource en eau douce.

La station du Vigueirat, construite dans les années 1970, produit l'intégralité de l'eau brute nécessaire à la zone industrialo-portuaire de Fos (ZIF).

- Débit moyen pompé (2014–2023) : 0,75 m³/s
- Production annuelle moyenne : ~23,7 Mm³/an (avec un pic de 26,4 Mm³ en 2022)
- Capacité maximale : 3 m³/s (trois pompes simultanées)
- Autorisation actuelle (2007) : 25 Mm³/an, sur la base d'une reconnaissance d'antériorité.

Cette autorisation repose sur des données anciennes, nécessitant aujourd'hui une actualisation pour tenir compte de l'évolution des besoins industriels et des connaissances environnementales. En effet, Dans le cadre de la réindustrialisation et de la décarbonation de la ZIF, le GPMM prévoit une augmentation significative des prélèvements :

- +4,7 Mm³/an dès 2027 (projet Carbon)
- Jusqu'à 46 Mm³/an à l'horizon 2030, soit presque un doublement des volumes actuels.



Figure 1 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)

I. 2. Contexte et objectifs de la phase 1

I. 2. 1. Cadre général de la phase 1

La première phase de l'étude vise à établir un diagnostic approfondi et actualisé du fonctionnement du canal du d'Arles à Fos et de son réseau d'alimentation. Cette étape préliminaire est essentielle pour constituer un scénario de référence, permettant d'appréhender la dynamique hydrologique et hydrochimique du système dans son état actuel, et de disposer d'une base solide pour l'évaluation des évolutions futures.

Elle repose à la fois sur l'analyse des connaissances existantes et sur la collecte de nouvelles données de terrain (hauteurs d'eau, débits, salinité, traçages), afin de compléter et fiabiliser la compréhension du fonctionnement du canal, de ses affluents et des interactions avec les milieux connexes (zones humides, nappes, marais, étang et biseau salé).

I. 2. 2. Objectifs spécifiques

Les objectifs attendus de la phase 1 sont les suivants :

- Actualiser les connaissances disponibles sur le fonctionnement hydrologique et hydrochimique du canal et de ses affluents, en intégrant les rapports, publications scientifiques, données techniques et historiques existants.
- Élaborer un scénario de référence (actuel) de fonctionnement du canal, incluant sa variabilité saisonnière, tenant compte des apports différenciés de chaque affluent et des interactions avec les milieux associés.
- Évaluer les risques de salinisation, à l'amont (via les affluents) et à l'aval (par l'influence marine et la montée du niveau des mers), sur la base de mesures de salinité/conductivité et de leur variabilité spatiale et temporelle.
- Caractériser les usages et pressions actuels s'exerçant sur la ressource en eau, incluant notamment la mise à jour des prélèvements réalisés sur l'hydrosystème.
- Mettre en évidence les hypothèses et limites des travaux antérieurs afin de préciser les incertitudes, de consolider les connaissances et d'identifier les besoins complémentaires pour la suite de l'étude.

II. PROGRAMME ET SUIVI DES MESURES

II. 1. Mesure des hauteurs

17 points de mesures de hauteur d'eau entre l'écluse d'Arles et le barrage anti-sel, sur le canal d'Arles à Fos et ses affluents ont été installés du 4 au 9 septembre 2025. Ces mesures sont effectuées à l'aide de sondes piézométriques ou de sondes radar, en fonction des caractéristiques spécifiques de chacun des sites.

Les données mesurées à la station de pompage du GPMM seront également exploitées. La demande d'extraction des valeurs sera faite mensuellement par Setec Hydratec auprès du service du GPMM concerné. La localisation de ces points de mesure est présentée ci-après :

- Niveau + conductivité : Dans le canal d'Arles à Bouc au niveau des pertuis à l'entrée de la station de pompage
- Niveau + conductivité : Juste en amont des vannes du Galéjon
- Niveau : Dans le canal d'Arles à Bouc en aval du barrage anti-sel côté mer
- Conductivité : Dans le canal d'Arles à Bouc en amont du barrage anti-sel côté station de pompage.



Figure 2 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage

Les appareils seront relevés et contrôlés chaque semaine. Une mesure de hauteur in situ sera effectuée pour vérifier et corriger toute dérive potentielle.

II. 2. Pluviomètres

L'installation de trois pluviomètres pour une durée de 12 mois a été effectuée du 4 au 9 septembre 2025. Ils sont situés au niveau du Pont Van Gogh, à Mas Thibert et au niveau de la station de pompage du GPMM.

Le matériel utilisé est de la marque HYDREKA, à augets basculants électroniques.

II. 3. Mesures ponctuelles conductivité/salinité

La conductivité et la salinité sont mesurées une fois par semaine en même temps que les appareils de mesure. Nous utilisons un conductimètre portatif HANNA Instrument conforme USP 645.

II. 4. Jaugeages

Une première campagne de jaugeage s'est déroulée du 2 au 10 juillet.

Nos méthodologies s'appuient sur les documents suivants :

- NF ISO 9555-1 et NF ISO 9555-3 (Décembre 1994) - Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Méthodes de dilution en régime permanent utilisant des traceurs
- NF X10-131 (Décembre 1974) - Mesure de débit de l'eau dans les conduites fermées
- NF EN ISO 748 (Avril 2009) - Mesurage du débit des liquides dans les canaux découverts au moyen de débitmètres ou de flotteurs
- Jaugeage par dilution de traceur à injection globale (2011) – Groupe de travail EDF/CNR/IRSTEA
- Charte qualité de l'hydrométrie/Guide de bonnes pratiques (Janvier 2017) – SCHAPI

La configuration du site nous contraint à effectuer les jaugeages depuis une embarcation. Pour cela, la méthode du jaugeage des débits par exploration du champ de vitesse est la plus appropriée.

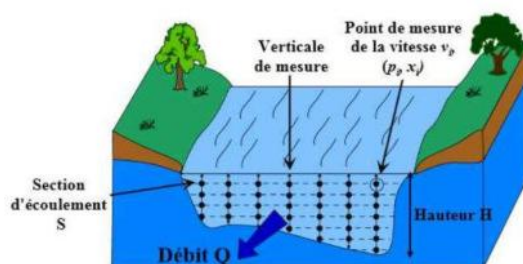


Figure 3 : Profil des vitesses en jaugeage

II. 4. 1. Appareillage

Les mesures seront réalisées au courantomètre électromagnétique, méthode particulièrement bien adaptée pour cette gamme de débits.

Le courantomètre utilisé est de marque Valeport, type BFM801 distribué par Hydréka.



Figure 4 : Courantomètre

II. 4. 2. Choix des sections de jaugeage

Les sections de jaugeages ont déjà été définies sur site en tenant compte des critères suivants :

- Permettre une mesure sans risques pour le ou les opérateur(s),
- Perpendiculaire à l'écoulement du courant,
- Accessible depuis la berge
- Section régulière et facilement matérialisable
- Profondeur supérieure à 10cm
- Vitesses supérieures à 5mm/s et inférieures à 4 m/s

II. 4. 3. Mesure des abscisses

Les abscisses seront contrôlées grâce à un décamètre tendu en travers du cours d'eau lors de chaque mesure ou à l'aide d'un distance-mètre laser, pointé sur un repère fixe depuis une des rives.

L'opérateur repère la position de son courantomètre à chaque verticale ainsi que :

- les abscisses de chaque rive,
- les abscisses de vitesse nulle (eaux mortes) si celles-ci sont différentes des abscisses des rives.

II. 4. 4. Choix des verticales

La qualité (précision) du jaugeage sera d'autant meilleure que le nombre de verticales sera important.

Le nombre de verticales sera adapté à la configuration des profils en travers de mesure.

Il pourra être compris entre 3 et 20 verticales.

II. 4. 5. Mesure des profondeurs

On retiendra comme origine des profondeurs, le fond du cours d'eau. Elle sera mesurée à l'aide d'une perche graduée.

Le repérage de la profondeur sur une verticale donnée se fera en amenant les électrodes de mesure du courantomètre en limite d'immersion à la surface et en notant la valeur lue sur la graduation de la perche.

Le point le plus bas de vitesse non nulle correspondra à la première mesure au-dessus du fond.

On s'attachera à resserrer les mesures vers le fond se caractérisant par de forts gradients.

II. 4. 6. Mesure des vitesses - méthode point par point

La vitesse d'écoulement en un point n'est jamais constante dans le temps. Cette variabilité impose donc un temps de comptage suffisamment important pour que chaque mesure soit représentative et que la précision soit satisfaisante.

Le temps de comptage par mesure de vitesse sera supérieur ou égal à 5 secondes.

On réalisera 1 à 6 points par verticale. Cette règle devra permettre de ne pas avoir d'écart entre deux points de mesure successifs supérieur à 100%.

On s'attachera à resserrer les points dans la partie basse du profil, où les variations de vitesse sont les plus importantes.

II. 4. 7. Exploitation des mesures de vitesses

La valeur du débit sera obtenue par double intégration des profils de vitesse selon les axes verticaux et horizontaux.

L'exploitation sera réalisée, dans le respect de la norme NF EN ISO 748 : avec le logiciel DEPJAU, développé par le BRGM.

II. 5. Implantation des points de mesures

Les spécificités pour chacun des points de mesures sont décrites dans le tableau ci-après et localisés sur la carte ci-après.

ID point de mesure	Localisation	Autorisation à obtenir	Statut en date 22/09/2025	Type d'appareil
GPMM_01	Canal du Vigueirat	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_02	Canal d'Arles à Bouc– Pont Van Gogh	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_03	Canal de la Vallée des Baux	Communes d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_04	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_05	Canal affluent RG du canal d'Arles à Bouc	Propriétaire Biosud	Installation 04/09/2025	Radar
GPMM_06	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_07	Canal Affluent en RG du canal d'Arles à Bouc	Propriétaire Biosud	Installation 04/09/2025	Radar
GPMM_08	Canal de Meyranne	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_09	Canal d'Arles à Bouc	-	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
GPMM_10	Canal du Vigueirat	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_11	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_12	Canal du Vigueirat	Département 13 / Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_13	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_14	Canal d'Arles à Bouc	-	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
GPMM_15	Canal d'Arles à Bouc	GPMM	Installation 09/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_16	Canal Centre Crau	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
Galéjon GPMM	Galéjon	GPMM		Autosurveillance GPMM
Station GPMM	Canal d'Arles à Bouc	GPMM		Autosurveillance GPMM
Anti-Sel GPMM	Barrage anti-sel	GPMM		Autosurveillance GPMM

Figure 5 : Tableau récapitulatif des points de mesures

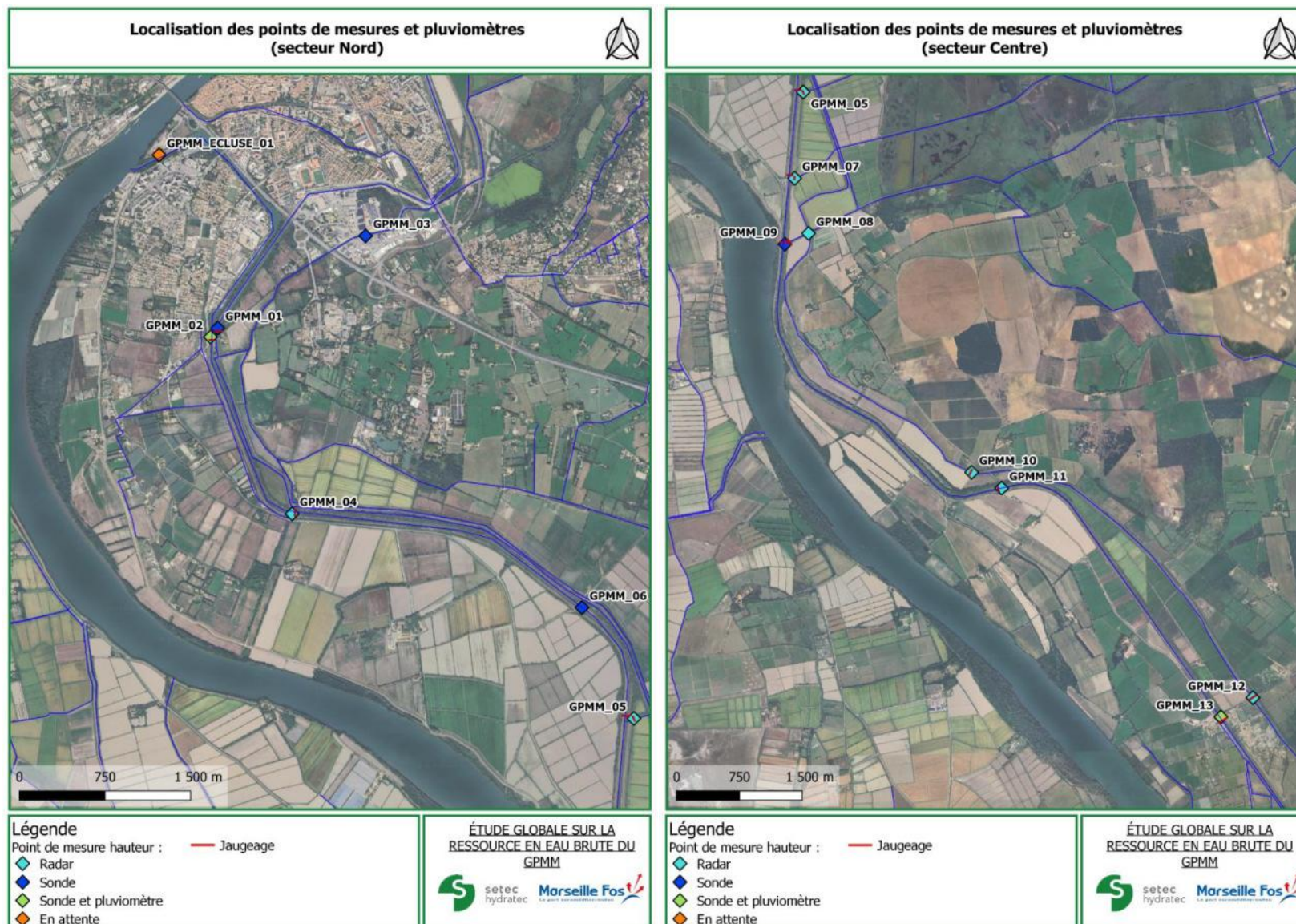


Figure 6 : Localisation des points de mesures (secteurs Nord et Centre)

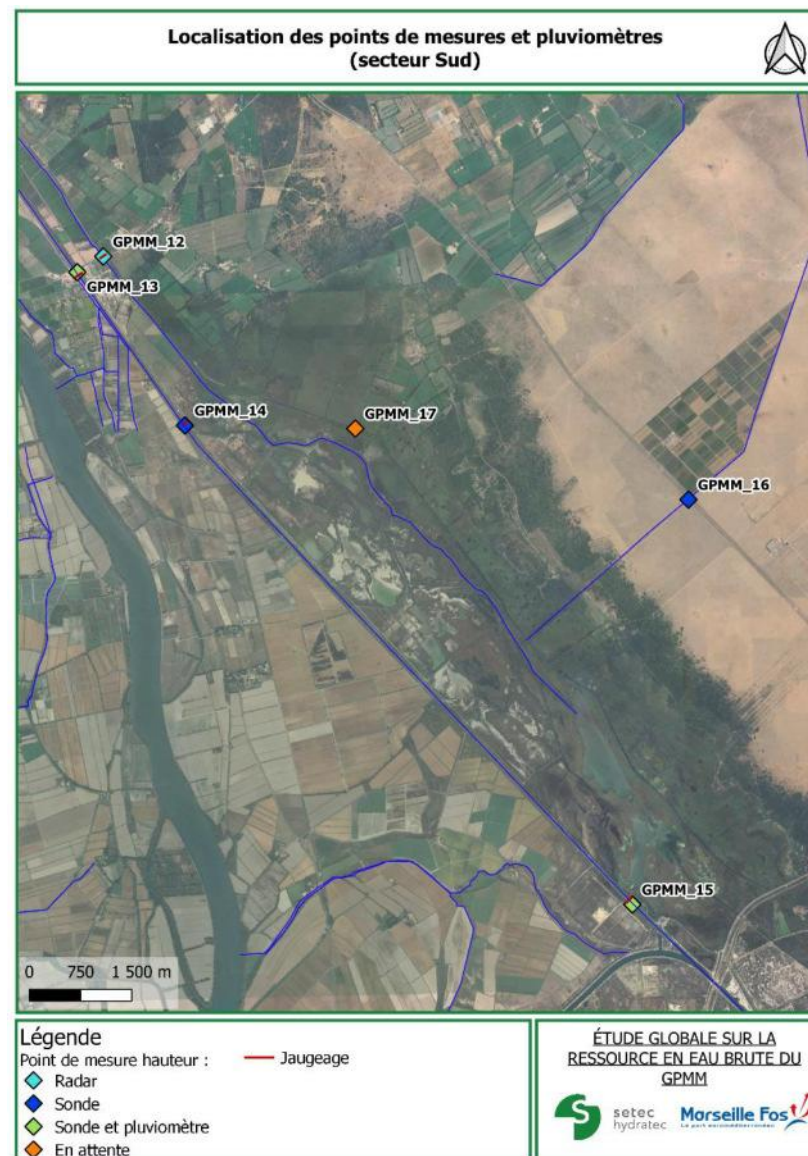


Figure 7 : Localisation des points de mesures (secteur Sud)

III. MESURES

III. 1. Jaugeages

Une première campagne de jaugeage a été réalisée du 2 au 9 juillet 2025.

Une deuxième campagne de jaugeage a été réalisé du 17 au 30 octobre 2025.

Les résultats sont transmis en **Annexe A** et synthétisés dans le tableau suivant :

Point de mesure	Jaugeage N°1			Jaugeage N°2		
	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)
GPMM_01	02/07/2025	15,6	0,811	24/10/2025	15,45	1,87
GPMM_02	04/07/2025	8	1,05	24/10/2025	8	0,31
GPMM_03	Non réalisé			30/10/2025	17,70	2,83
GPMM_04	04/07/2025	26,6	3,31	27/10/2025	26,33	3,12
GPMM_05	03/07/2025	5,4	1,18	17/10/2025	5,45	0,77
GPMM_06	04/07/2025	29,6	2,81	30/10/2025	25,5	4,14
GPMM_06 aval	03/07/2025	27,4	4,49	24/10/2025	29	4,21
GPMM_07	03/07/2025	4,9	0,69	24/10/2025	6,50	1,46
GPMM_08	07/07/2025	8,51	1,11	27/10/2025	8,54	1,46
GPMM_09	07/07/2025	24,2	5,13	27/10/2025	24,15	4,85
GPMM_10	02/07/2025	15,4	1,02	28/10/2025	13,70	1,87
GPMM_11	07/07/2025	26,8	5,45	28/10/2025	27,60	4,82
GPMM_12	02/07/2025	13,5	1,13	17/10/2025	14	2,15
GPMM_13	07/07/2025	23	5,55	21/10/2025	24,50	7,31
GPMM_14	09/07/2025	25	4,71	21/10/2025	24,70	8,03
GPMM_15	09/07/2025	25,8	2,4	28/10/2025	26,61	7,69
GPMM_16	Non réalisé			17/10/2025	3,67	0,67

III. 1. 1. Profils en long

Les profils en long des niveaux d'eau sur le Vigueirat et sur le Canal d'Arles à Fos établis à partir des jaugeages de juillet 2025 et octobre 2025 sont présentés sur les graphiques suivants :



Figure 8 : Profil en long du canal d'Arles à Fos



Figure 9 : Profil en long du canal du Vigueirat

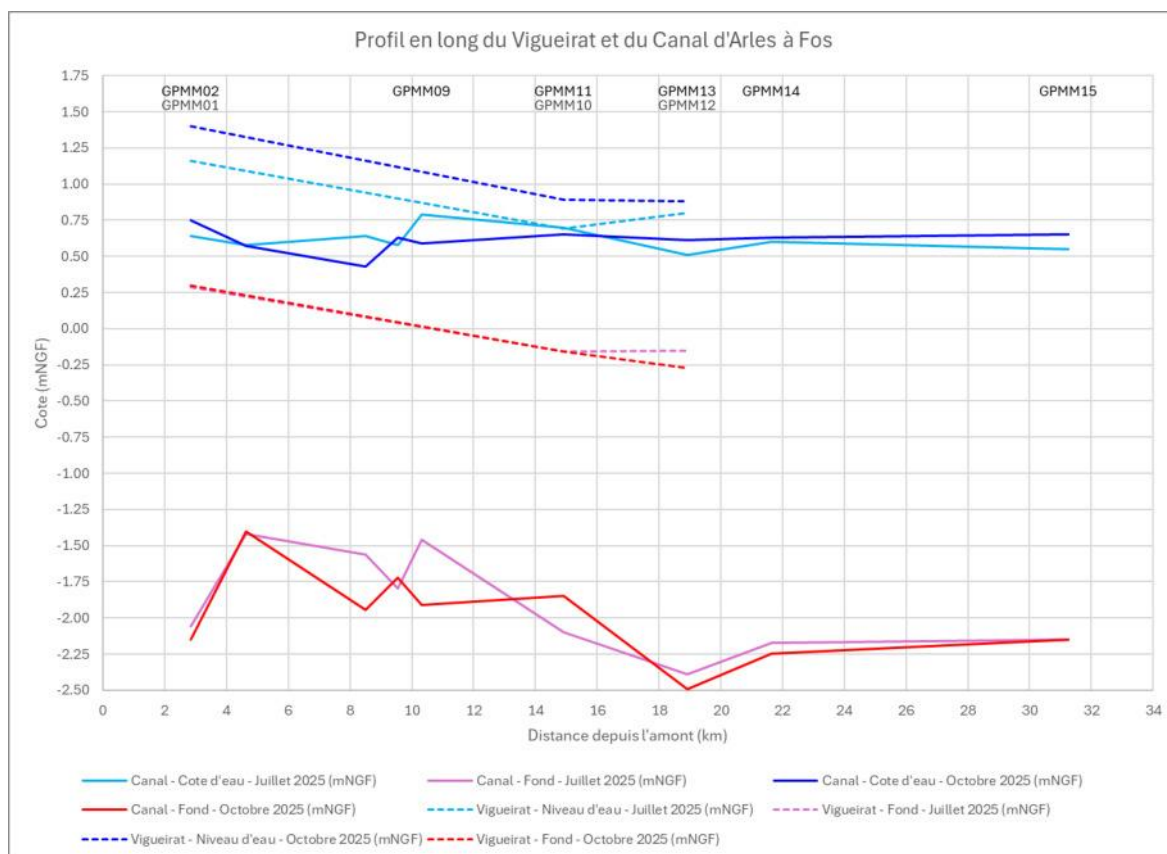


Figure 10 : Profils en long comparés du Vigueirat et du canal d'Arles à Fos

Ces profils en long permettent de noter les éléments suivants :

- Le profil en long de la ligne d'eau du canal d'Arles à Fos ne présente quasiment aucune pente,
- Le profil en long du Vigueirat (fond et ligne d'eau) présente une pente de 2 cm / km,
- Le niveau d'eau moyen du Vigueirat est supérieur à celui du canal d'Arles à Fos :
 - + 60 à 70 cm en amont (points GPMM01 et 02)
 - + 10 à + 20 cm en aval (points GPMM 12 et 13)

Des données bathymétriques récentes permettraient de confirmer les profils en long de la cote de fond avec beaucoup plus de précisions.

III. 1. 2. Mesures de débits

Les mesures de débits jaugés en juillet et octobre 2025 sont représentés sur la carte page suivante.

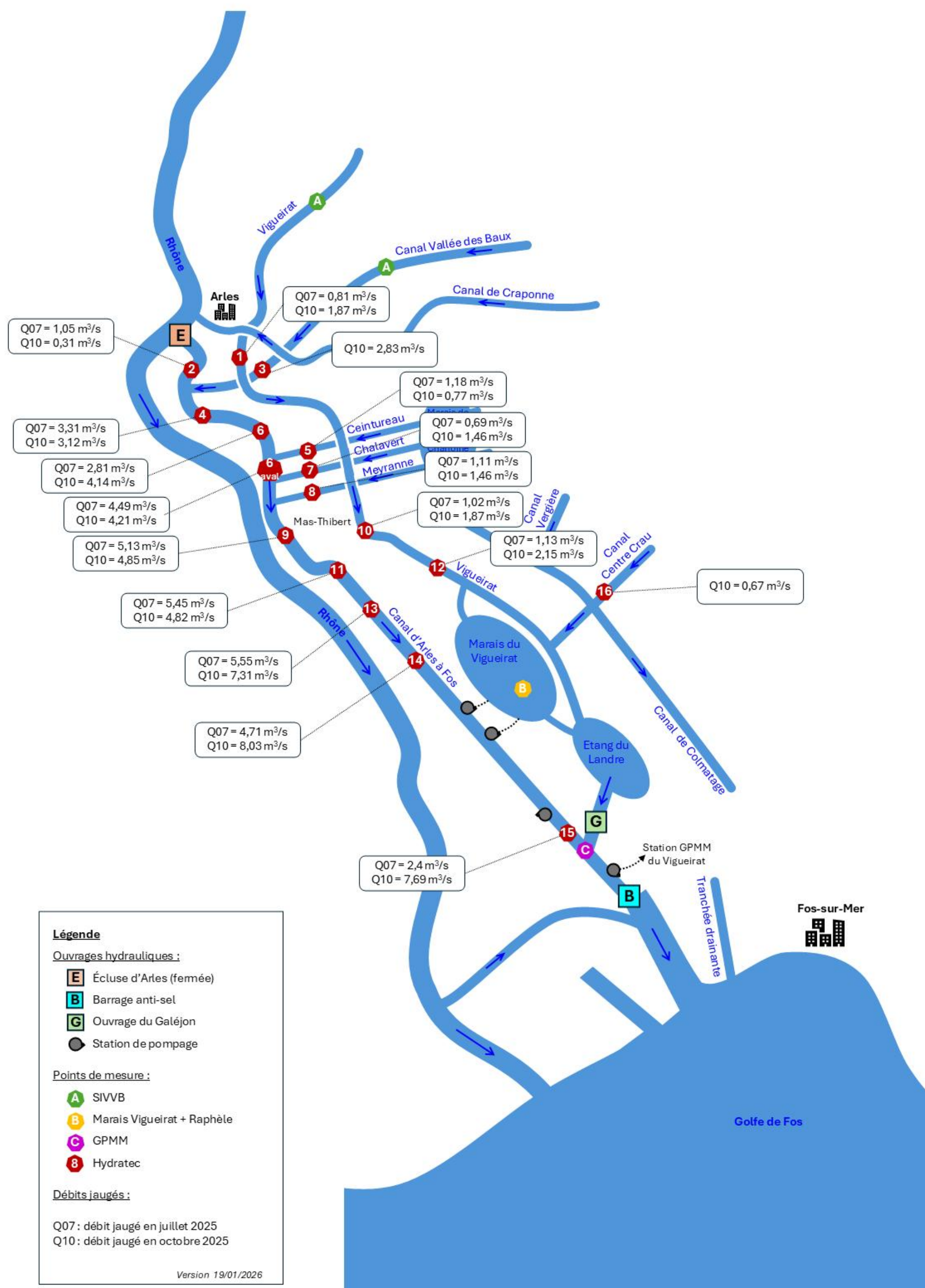


Figure 11 : Schéma hydraulique du canal et affluents avec débits jaugés en juillet 2025 et octobre 2025

III. 2. Mesures de hauteur

III. 2. 1. Points de mesures Hydratec

Les résultats de mesure de septembre 2025 à novembre 2025 sont présentés sur les graphiques suivants :

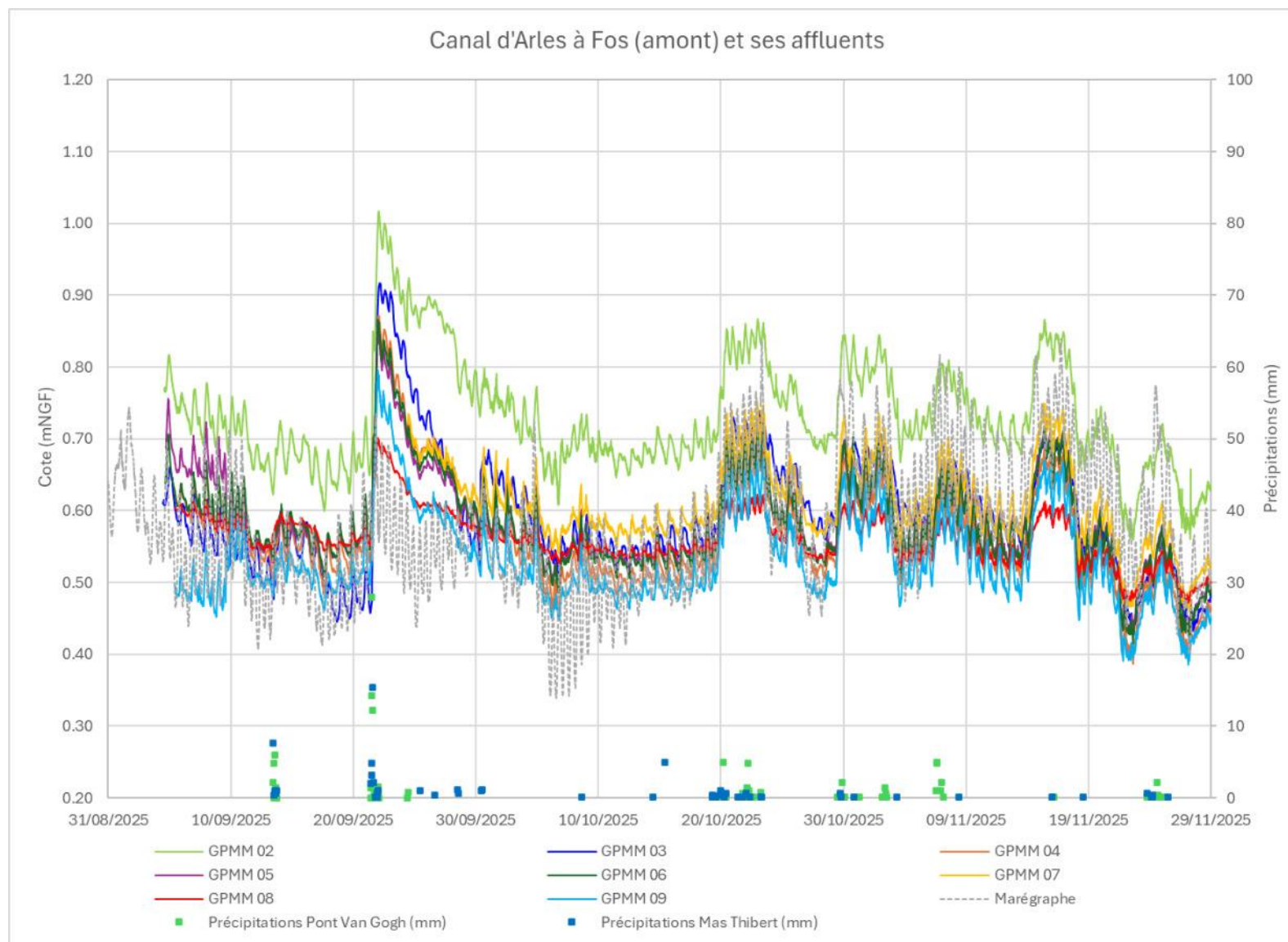


Figure 12 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert

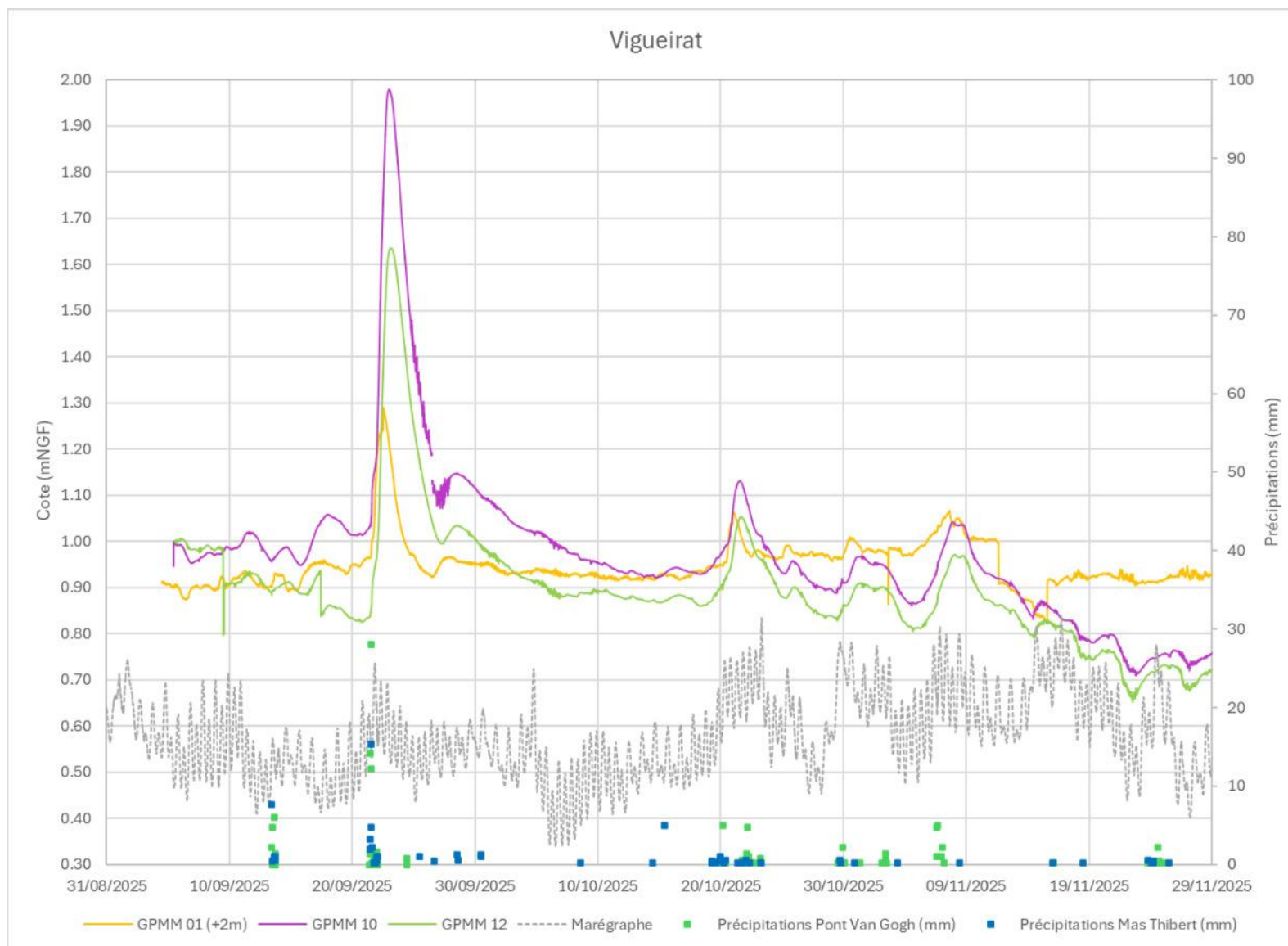


Figure 14 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat

Le niveau du canal suit le niveau marin ce qui n'est pas le cas du Vigueirat (GPMM01, 10 et 12) et du Canal centre Crau (GPMM16).

Ainsi les variations journalières du niveau marin en aval du barrage anti-sel peuvent être mesurées jusqu'au point GPMM02, soit 30 km en amont. L'amplitude de variation est de 5 cm environ au niveau du point GPMM02 contre 15cm environ au niveau du marégraphe.

En cas d'évènement les variations journalières dues au niveau marin viennent se superposer avec la surélévation due aux apports hydrologiques dans le canal.

L'évènement pluvieux du 21 septembre a généré une sur élévation des niveaux sur l'ensemble du secteur d'étude :

- Sur le Canal d'Arles à Fos :
 - Amont Mas Thibert : entre +20 et +60 cm
 - Aval Mas Thibert : entre +5 et +10 cm
- Sur le Vigueirat : entre +80 cm (GPMM_12) en aval et + 2 m (environ) en amont (GPMM_01)
- Sur le Canal centre Crau : +70 cm environ (GPMM_16)

Remarque :

L'évènement pluvieux du 21 septembre a également généré une modification du fond assez importante au point GPMM10. Des embâcles ont bloqué entièrement les travées gauche et droite du pont sur lequel est fixé la sonde, laissant uniquement la voûte centrale libre, ce qui a causé un surcreusement du fond sur l'axe central du canal. Les fonds sont en train de se stabiliser et de se rééquilibrer suite à l'enlèvement des embâcles. La transmission des données n'a pas été interrompue car l'appareil de mesure est fixé sur l'axe central. Mais la section de jaugeage a été modifiée.



Figure 15 : Point de mesure GPMM10 - Embâcles visibles suite à l'évènement du 21 septembre 2025

III. 2. 1. Points de mesures GPMM

Les données de mesures fournies par le GPMM sur le premier trimestre à la station de pompage sont présentées sur les graphiques suivants :

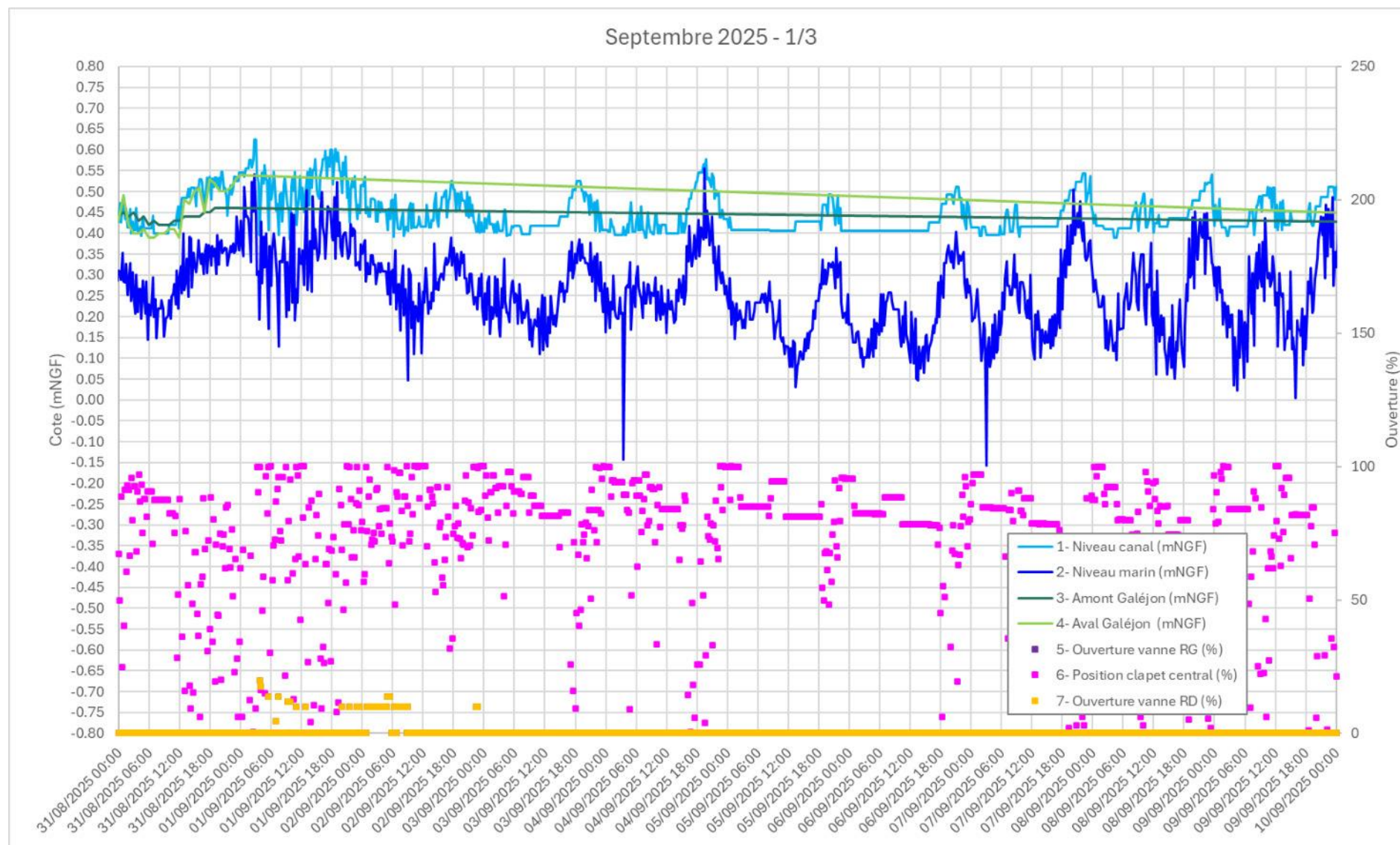


Figure 16 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1^{er} au 10 septembre 2025)

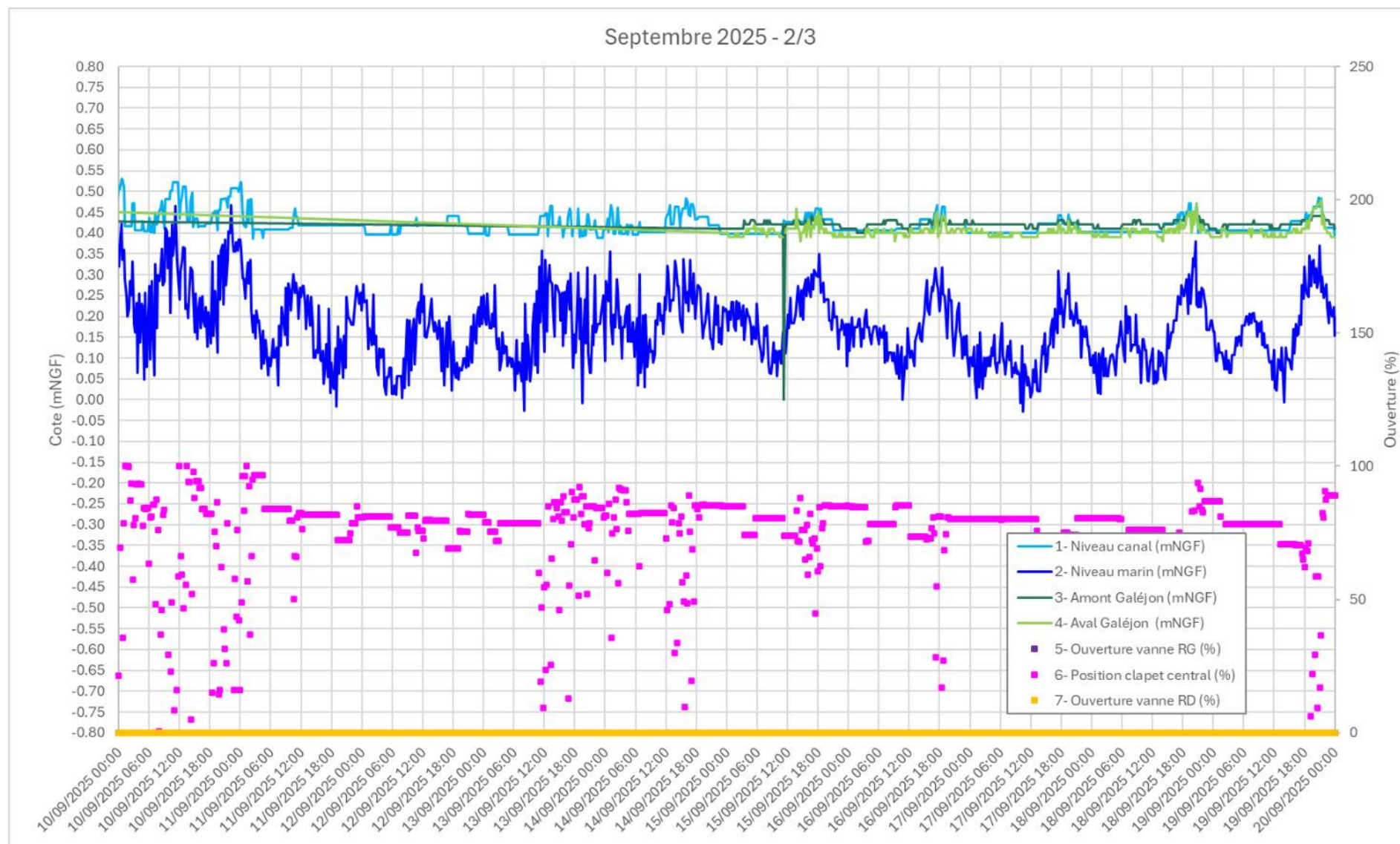


Figure 17 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 septembre 2025)

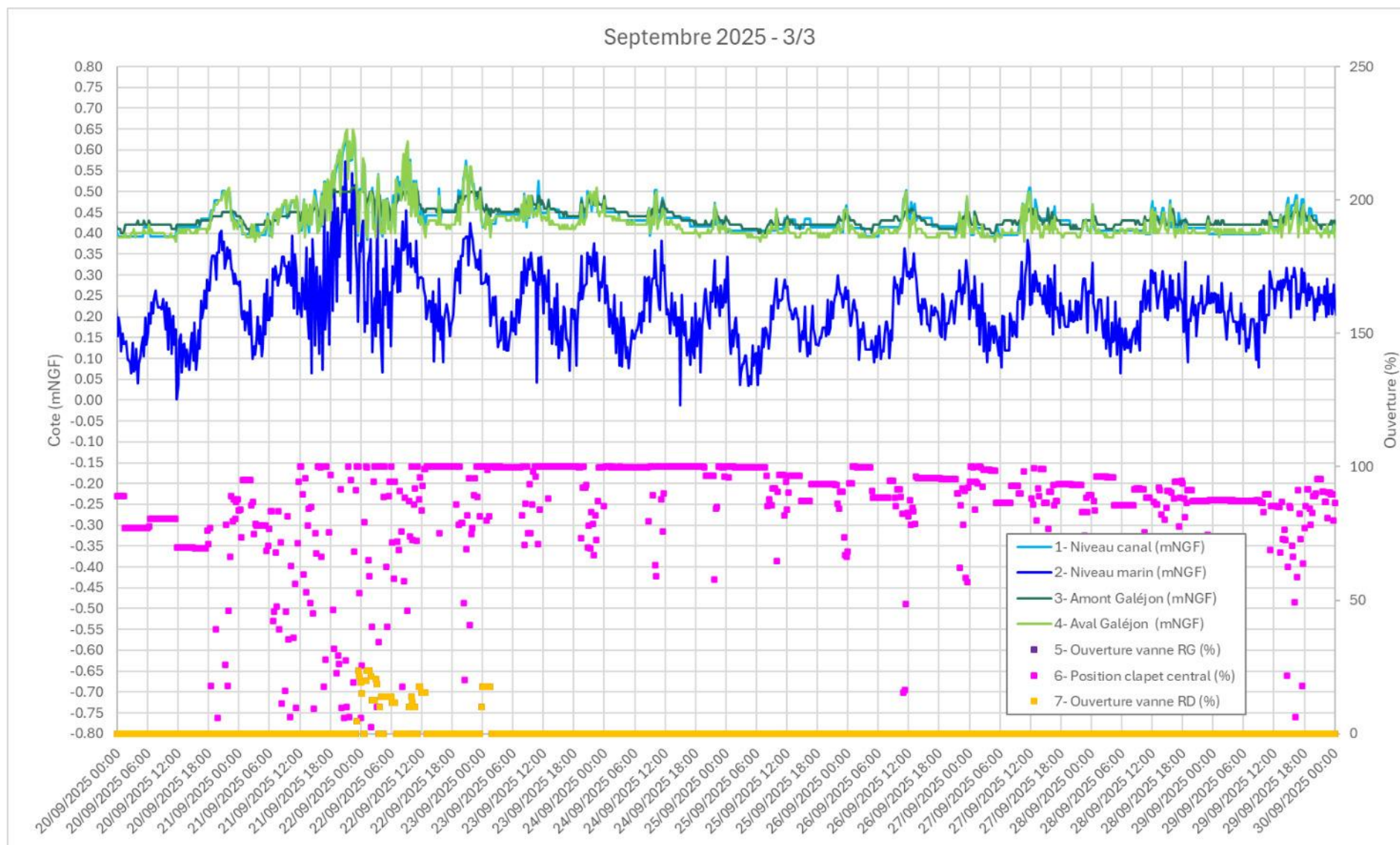


Figure 18 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 30 septembre 2025)

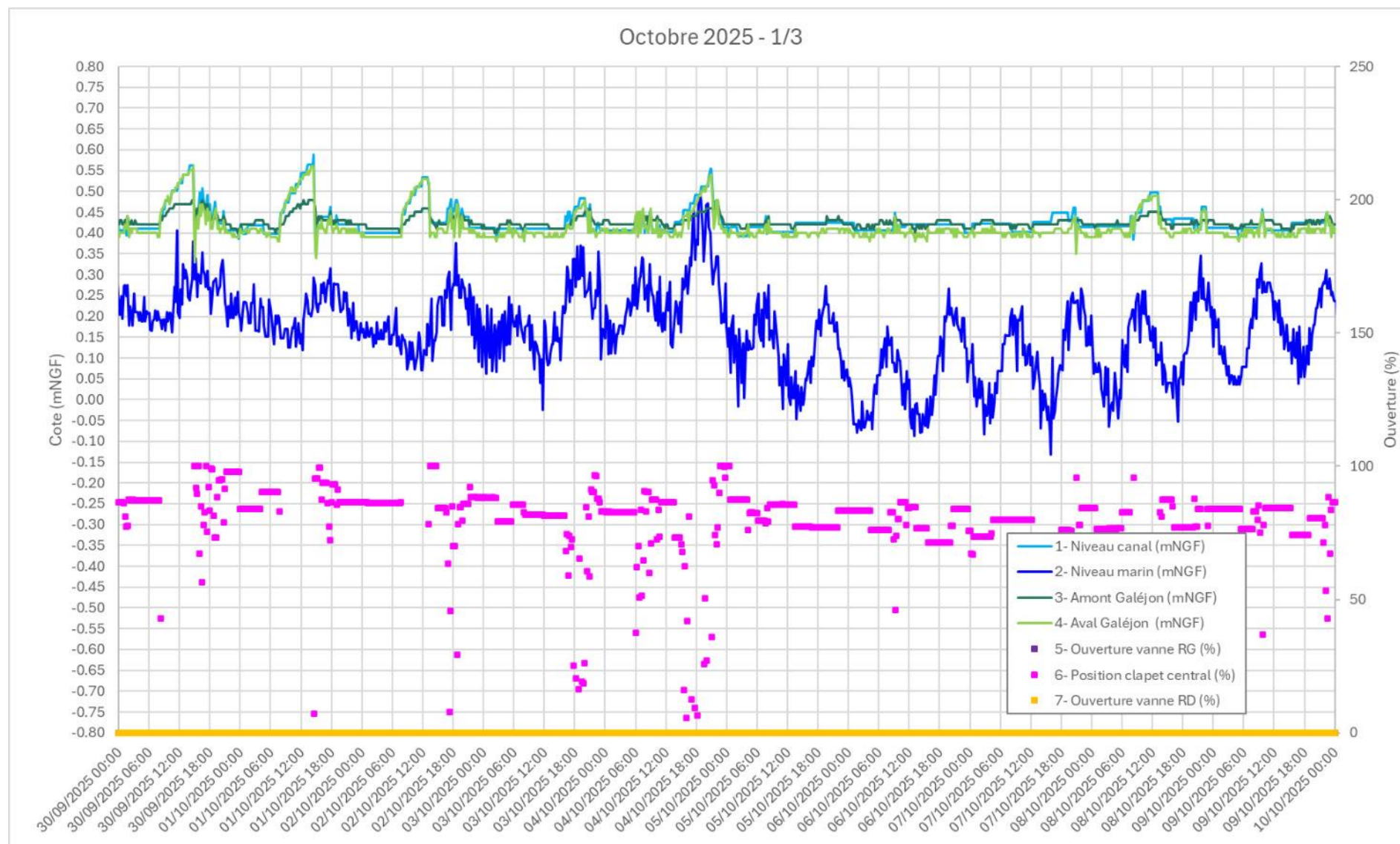


Figure 19 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1^{er} au 10 octobre 2025)

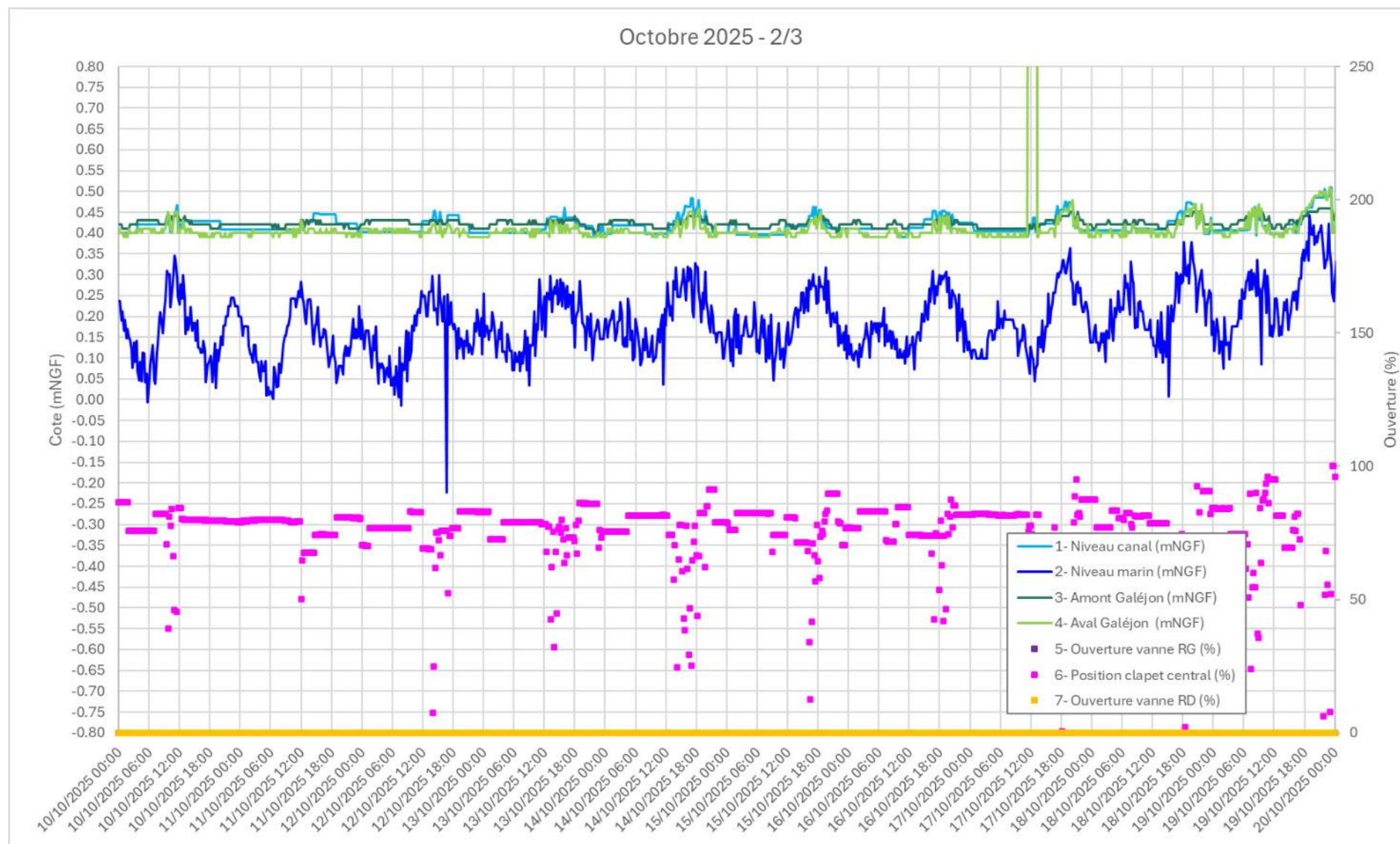


Figure 20 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 octobre 2025)

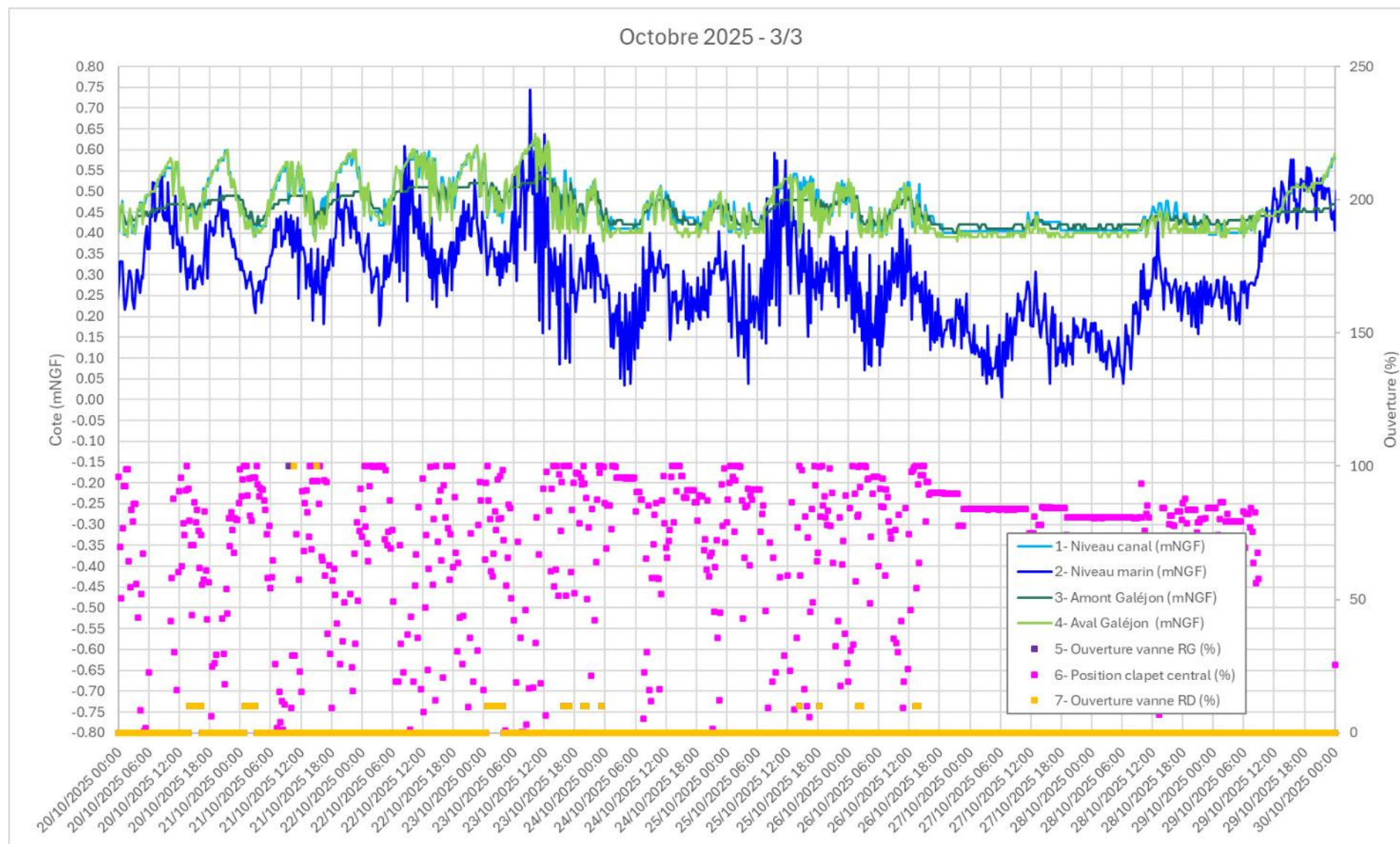


Figure 21 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 31 octobre 2025)

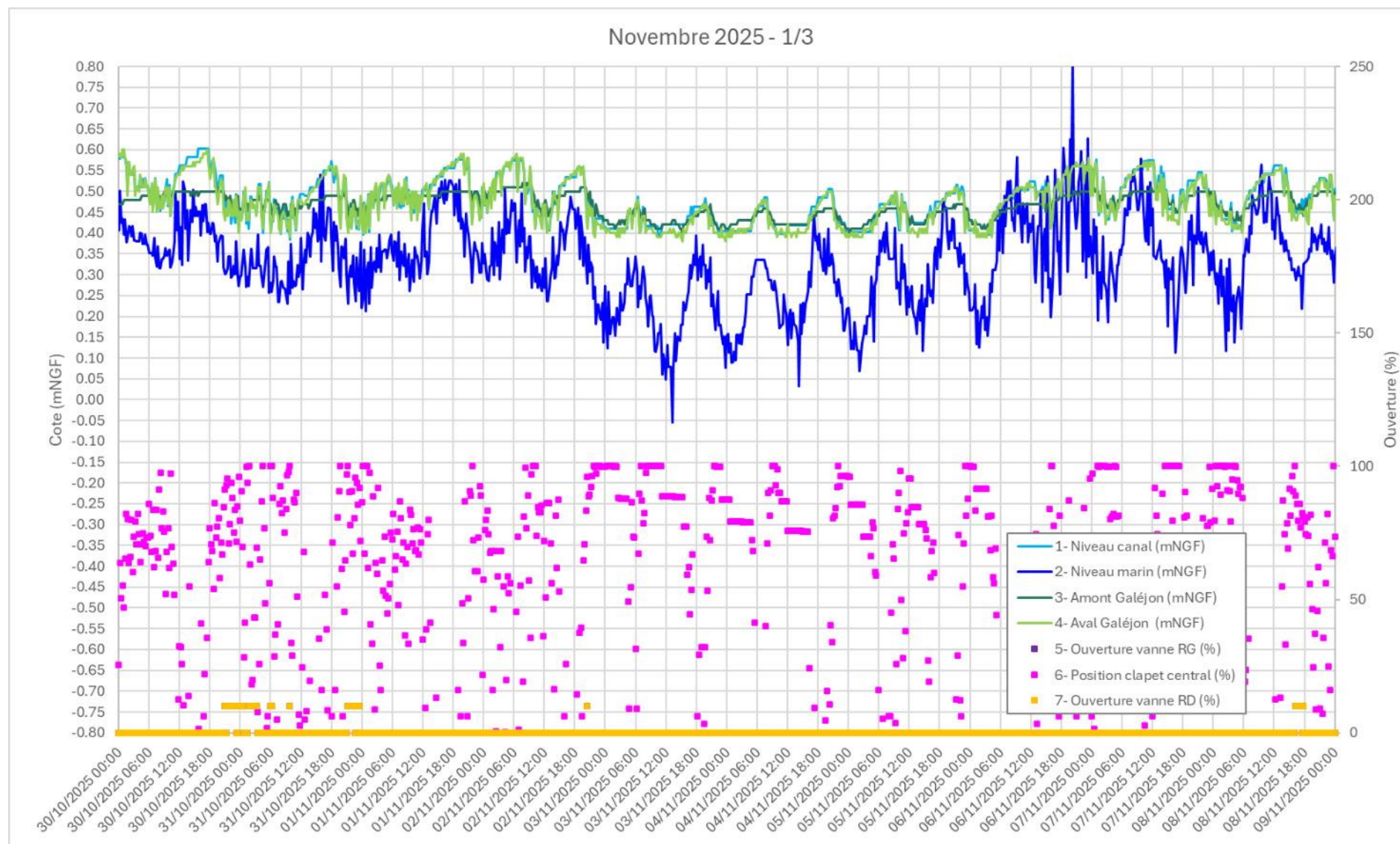


Figure 22 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1^{er} au 10 novembre 2025)

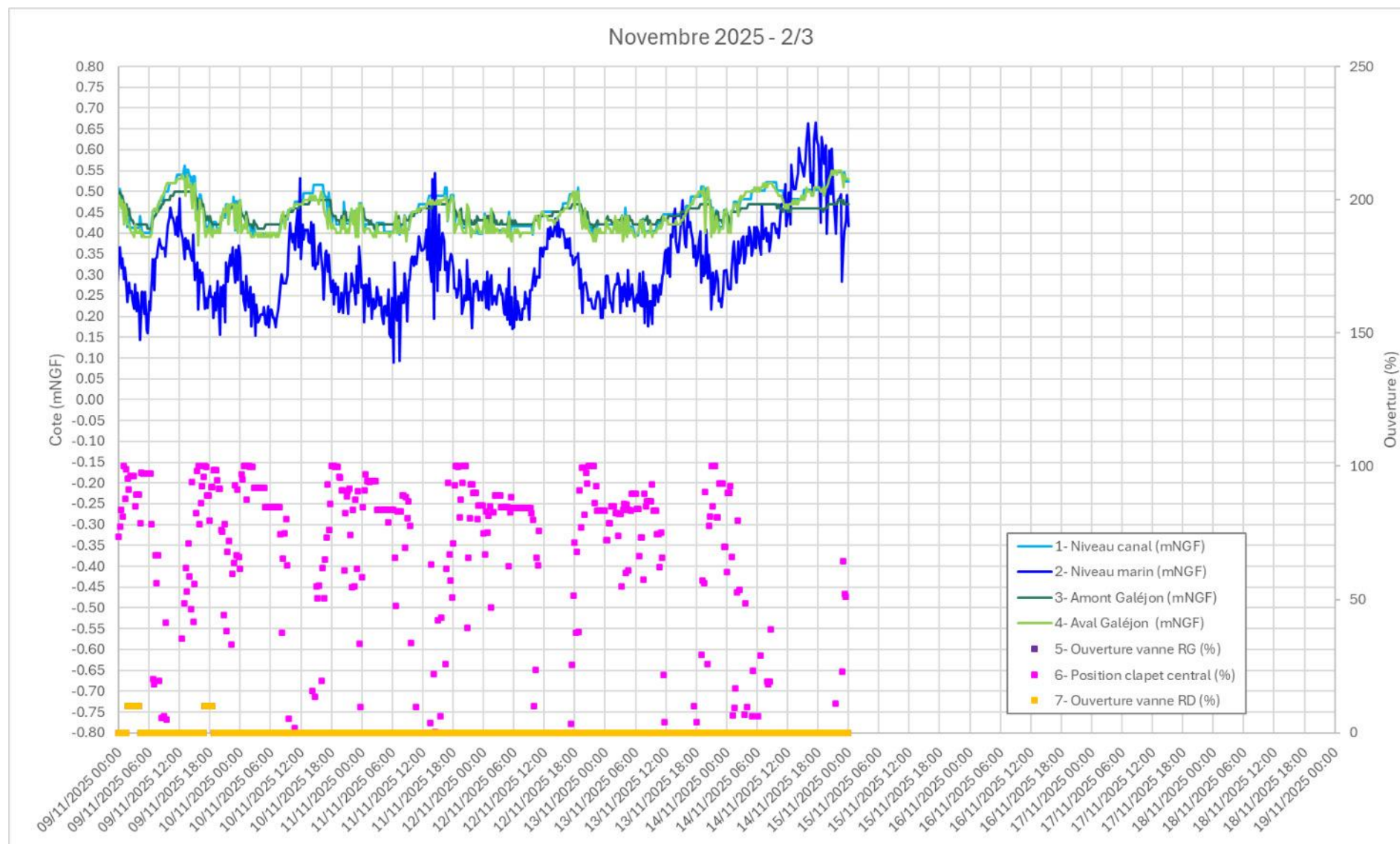


Figure 23 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 15 novembre 2025)

On constate que globalement, le niveau du canal suit le niveau marin avec un niveau minimum de 0.40 mNGF.

Les jours de temps sec, l'amplitude de variation du niveau du canal est de 5 cm environ lorsque le niveau moyen marin reste autour de +0.20 mNGF et l'amplitude de variation du niveau dans le canal augmente à 15 cm lorsque le niveau moyen marin est plutôt autour de + 0.30 mNGF.

Lors des épisodes pluvieux importants l'amplitude de variation journalière du niveau du canal peut atteindre plus de 20 cm (suite à l'épisode du 21 septembre 2025).

Les vannes latérale ne sont quasiment pas mobilisées sur la période et le clapet central est positionné à plus de 75% sur plus de 80% du temps.

III. 2. 2. Moyennes mensuelles

Le tableau ci-dessous et les cartes pages suivantes donnent les niveaux moyens mesurés sur chaque mois :

Niveaux moyen mensuels (mNGF)				
Id	Emplacement	Sept. 2025	Oct. 2025	Nov. 2025 (partiel)
GPMM_03	Canal Vallée Baux	0.61	0.59	0.58
GPMM_02	Canal Arles à Fos	0.76	0.71	0.71
GPMM_04	Canal Arles à Fos	0.61	0.54	0.54
GPMM_06	Canal Arles à Fos	0.62	0.56	0.56
GPMM_05	Affluent	0.61	0.56	0.56
GPMM_07	Affluent	/	0.60	0.60
GPMM_08	Affluent	0.59	0.55	0.54
GPMM_09	Canal Arles à Fos	0.56	0.51	0.52
GPMM_11	Canal Arles à Fos	0.75	0.67	0.68
GPMM_13	Canal Arles à Fos	0.58	0.56	0.62
GPMM_14	Canal Arles à Fos	0.87	0.84	0.86
GPMM_15	Canal Arles à Fos	0.55	0.55	0.39
AM_GAL	Amont Galéjon	0.43	0.44	0.46
AV_GAL	Aval Galéjon	0.42	0.43	0.46
AM_BAS	Amont BAS	0.43	0.44	0.46
AV_BAS	Aval BAS	0.22	0.22	0.32
GPMM_16	Centre Crau	6.58	6.52	6.39
GPMM_01	Vigueirat	2.96	2.94	2.94
GPMM_10	Vigueirat	1.13	0.97	0.85
GPMM_12	Vigueirat	1.00	0.90	0.80

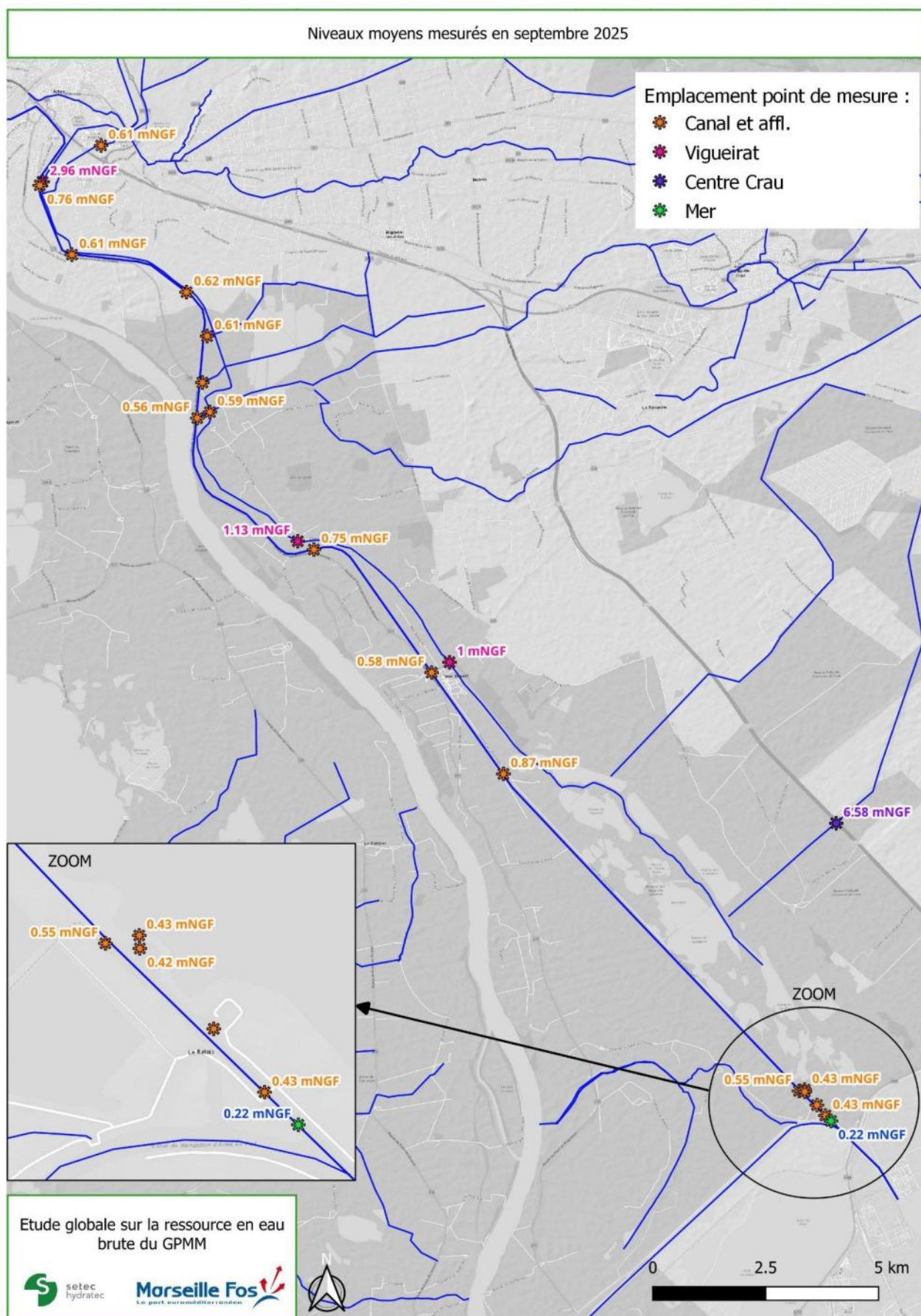


Figure 24 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Septembre 2025)

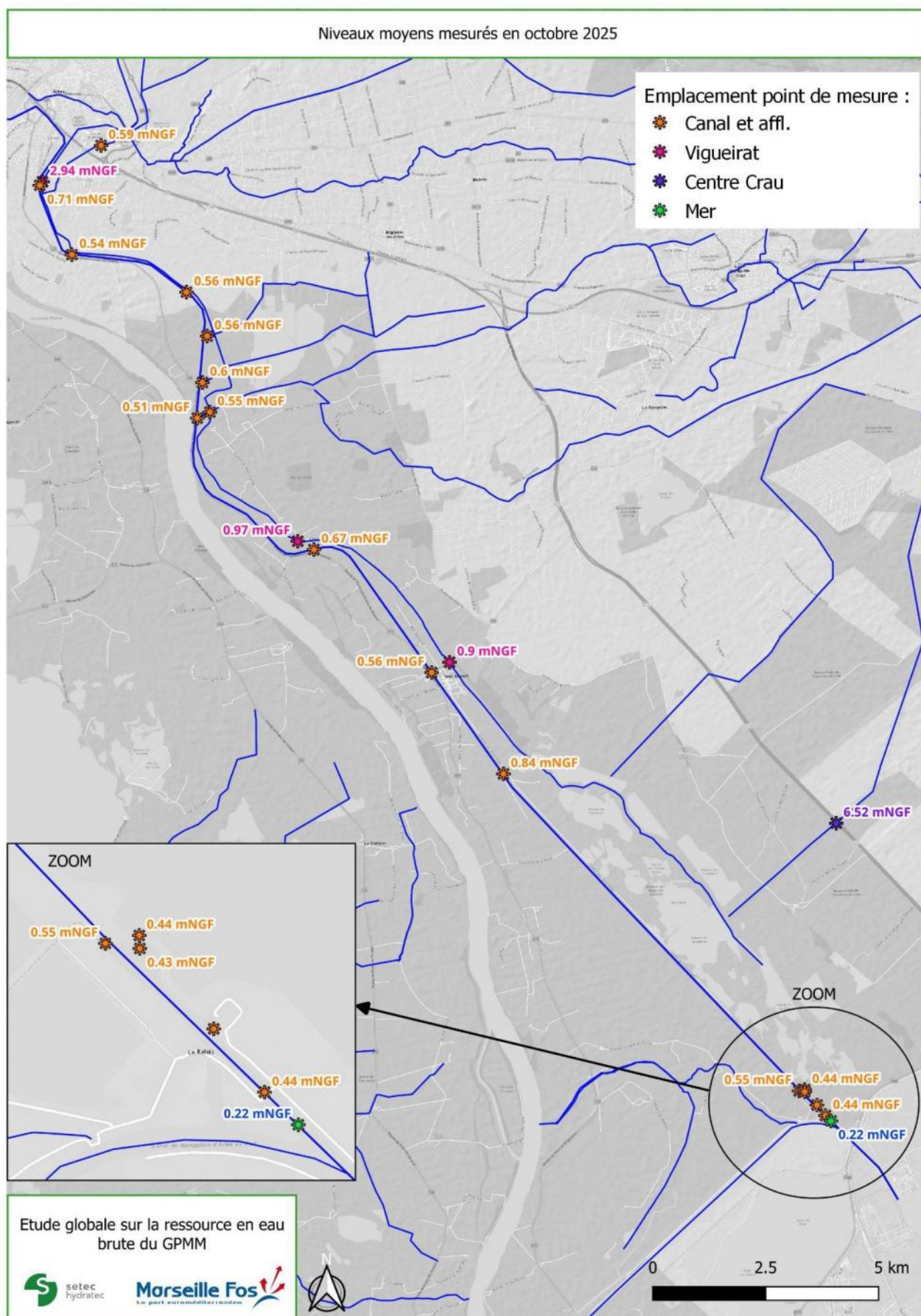


Figure 25 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Octobre 2025)

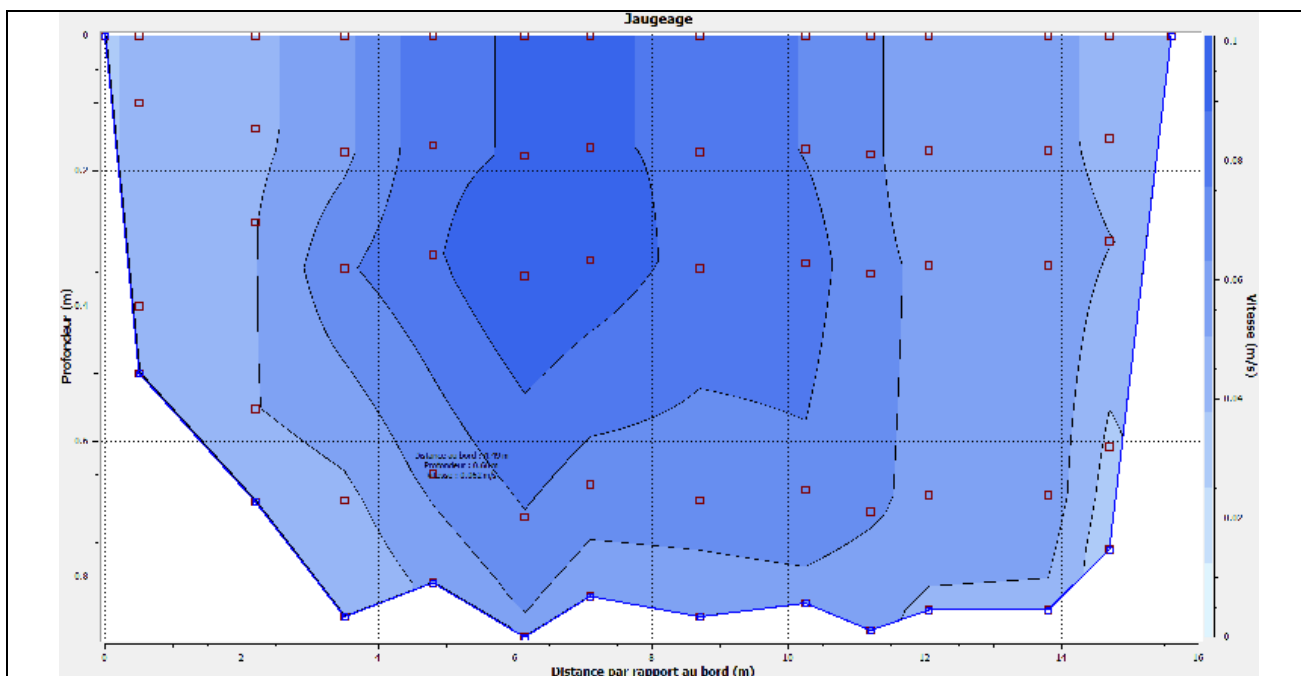
IV. ANNEXES

IV. 1. Annexe A : Jaugeages

Jaugeage 01

Nom : Jau-01
Point de mesure associé : GPMM_01
Canal : Canal du Vigueirat
Commune/Lieu-dit : Arles - Pont Van Gogh

Date du jaugeage : 02/07/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 15,6 m
Débit (m³/s) : 0,811 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,068 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 02

Nom : Jau-02

Point de mesure associé : GPMM_02

Canal : Canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles - Pont Van Gogh

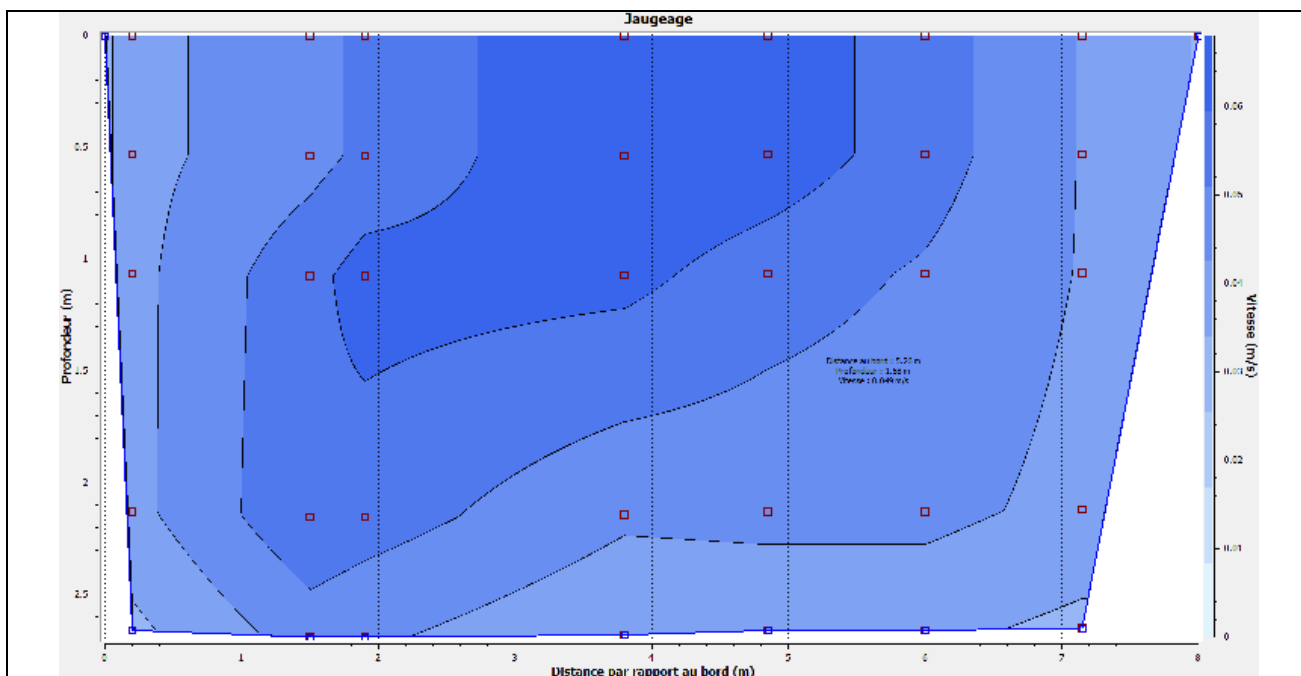
Date du jaugeage : 04/07/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 8 m

Débit (m³/s) : 1,05 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,053 m/s

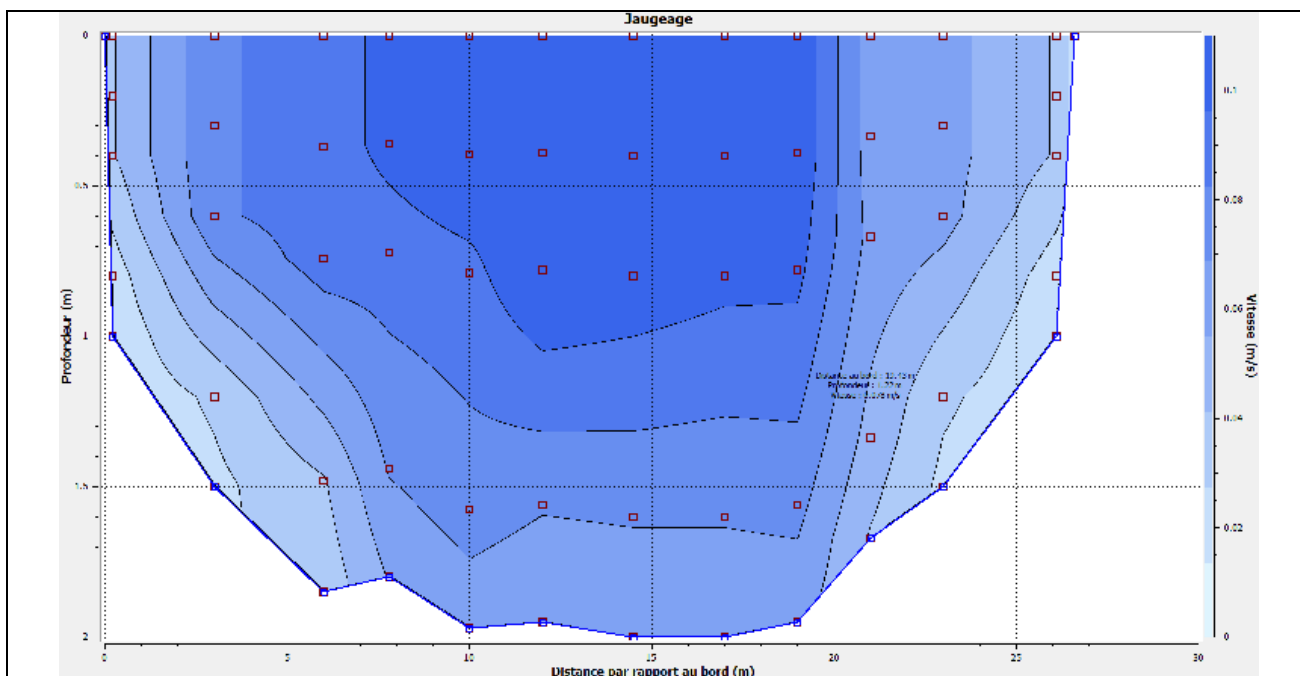


Remarque : RAS

Jaugeage 04

Nom : Jau-04
Point de mesure associé : GPMM_04
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles

Date du jaugeage : 04/07/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 26,6 m
Débit (m³/s) : 3,31 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,074 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 05

Nom : Jau-05

Point de mesure associé : GPMM_05

Canal : Affluent rive gauche du canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles

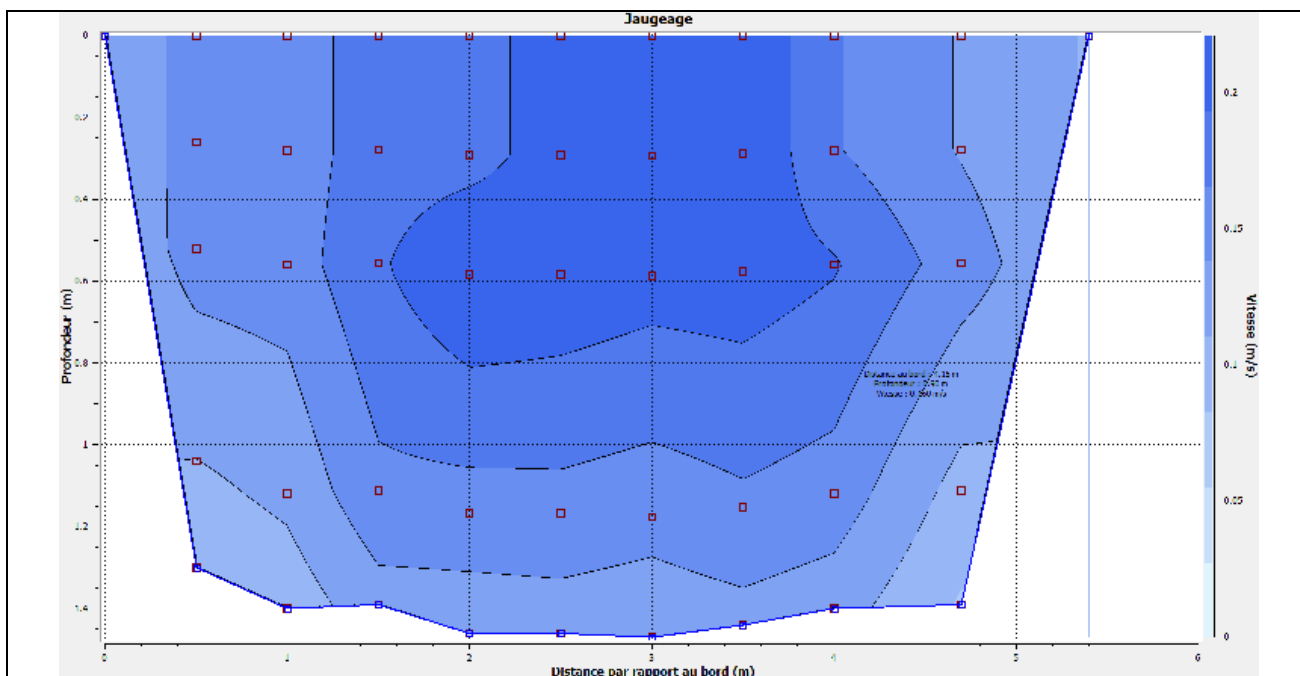
Date du jaugeage : 03/07/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 5,4 m

Débit (m³/s) : 1,18 m³/s

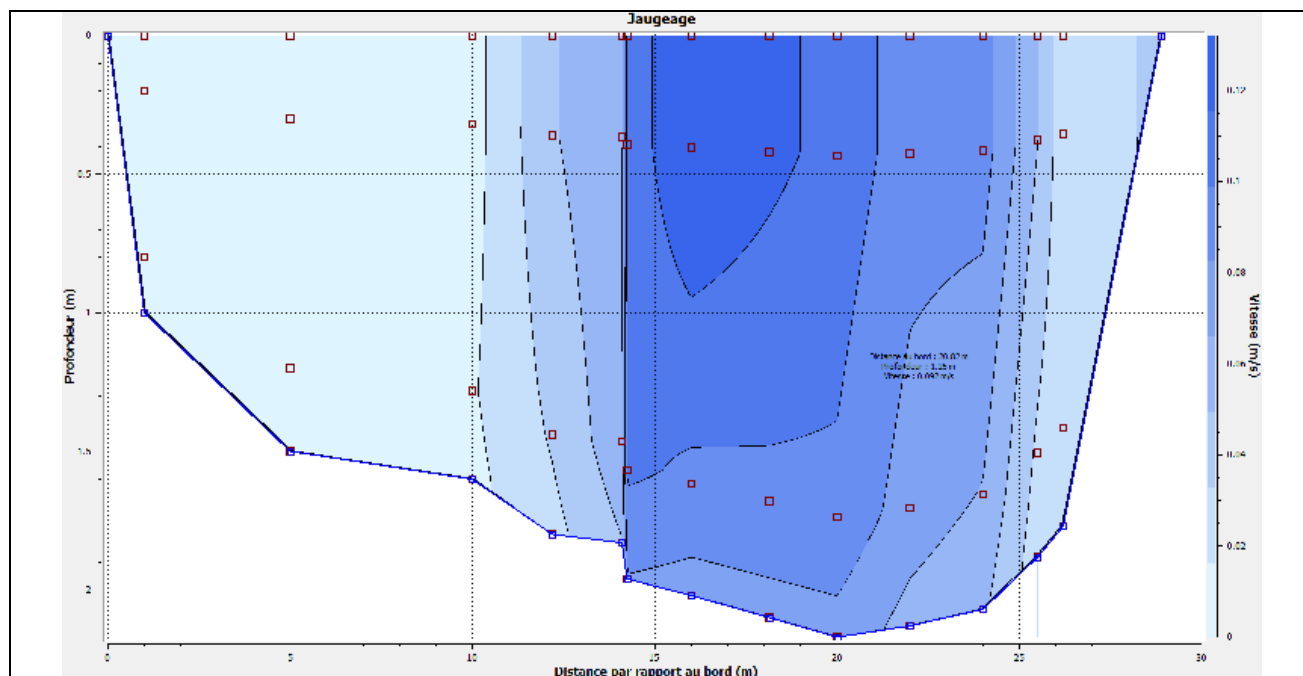
Vitesse moyenne (m/s) : 0,174 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 06

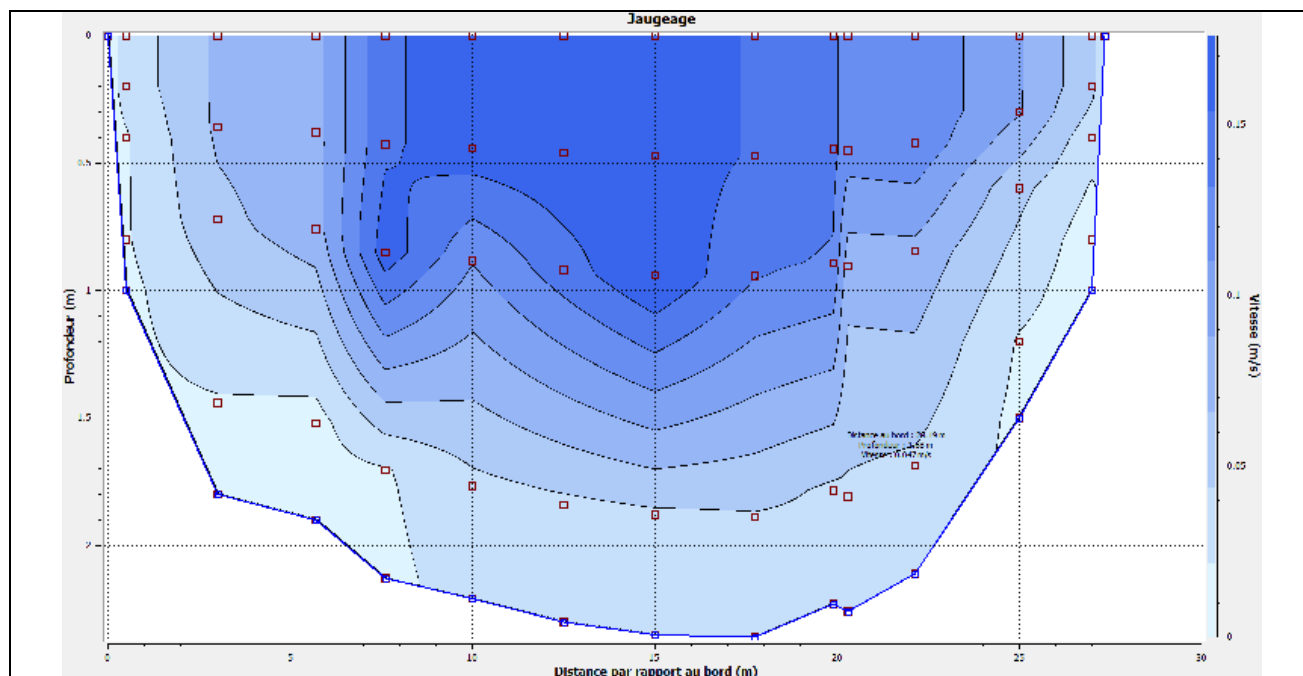
Nom : Jau-06
 Point de mesure associé : GPMM_06
 Canal : Canal d'Arles à Bouc
 Commune/Lieu-dit : Arles
 Date du jaugeage : 04/07/2025
 Type de matériel : Courantomètre
 Largeur section (m) : 29,6 m
 Débit (m³/s) : 2,81 m³/s
 Vitesse moyenne (m/s) : 0,059 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 06 aval

Nom : Jau-06 aval
Point de mesure associé : GPMM_
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles
Date du jaugeage : 03/07/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 27,4 m
Débit (m³/s) : 4,49 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,084 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 07

Nom : Jau-07

Point de mesure associé : GPMM_07

Canal : Affluent rive gauche du canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles

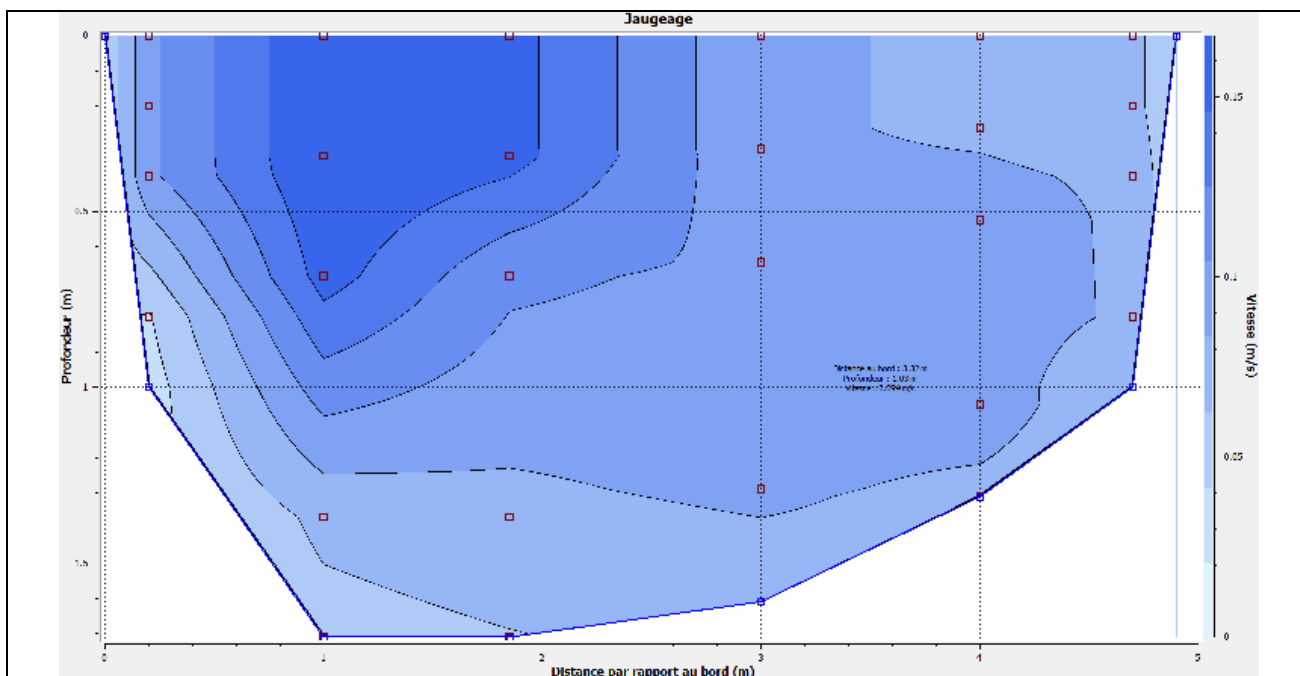
Date du jaugeage : 03/07/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 4,9 m

Débit (m³/s) : 0,69 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,099 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 08

Nom : Jau-08

Point de mesure associé : GPMM_08

Canal : Affluent rive gauche du canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles

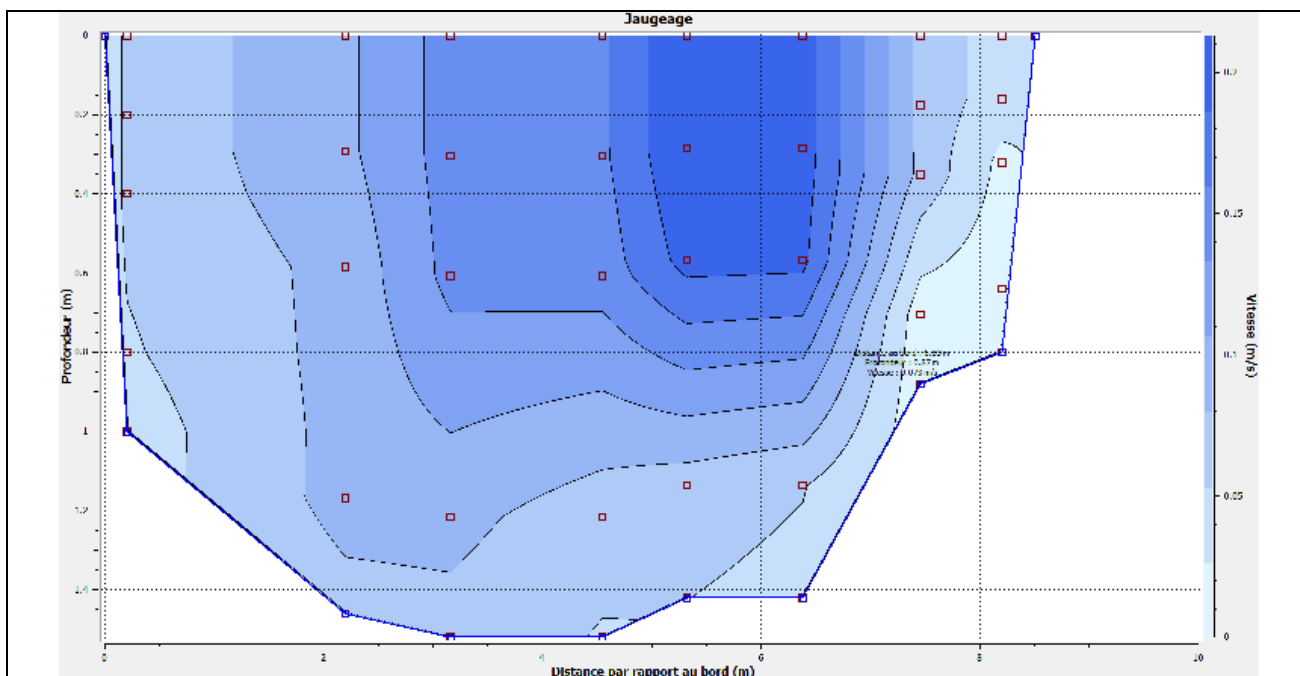
Date du jaugeage : 07/07/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 8,51 m

Débit (m³/s) : 1,11 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,104 m/s

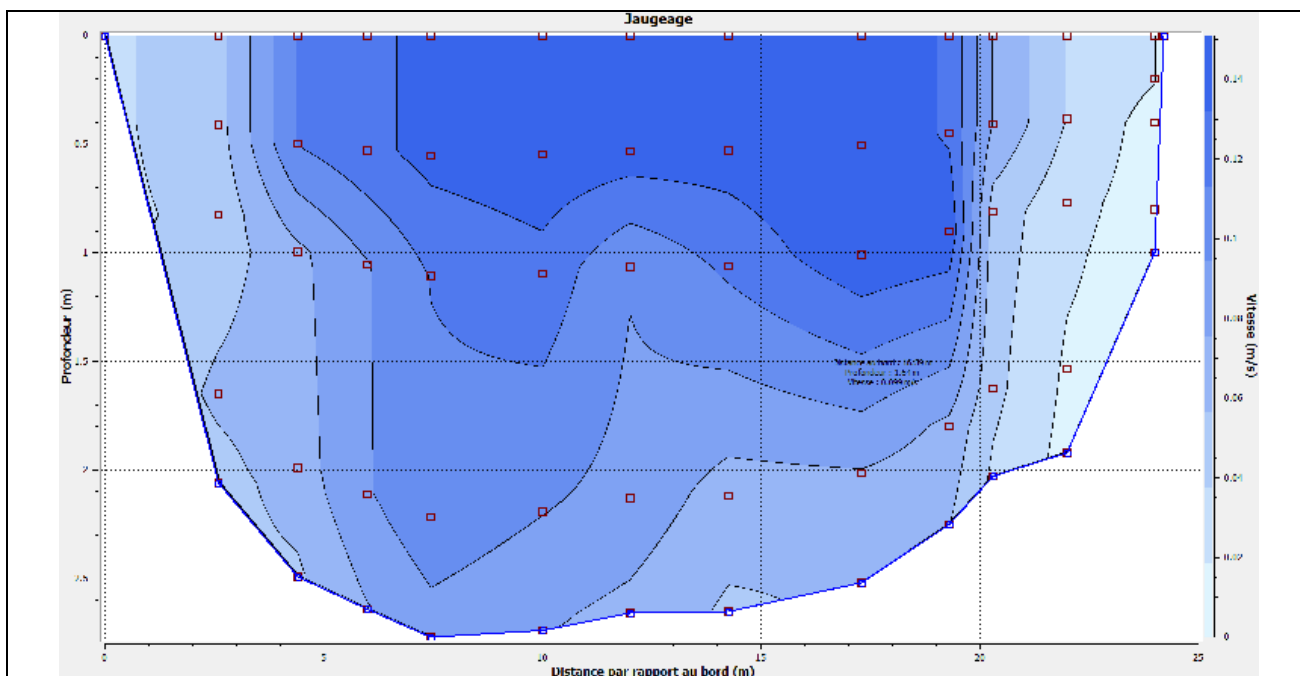


Remarque : RAS

Jaugeage 09

Nom : Jau-09
Point de mesure associé : GPM_09
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles

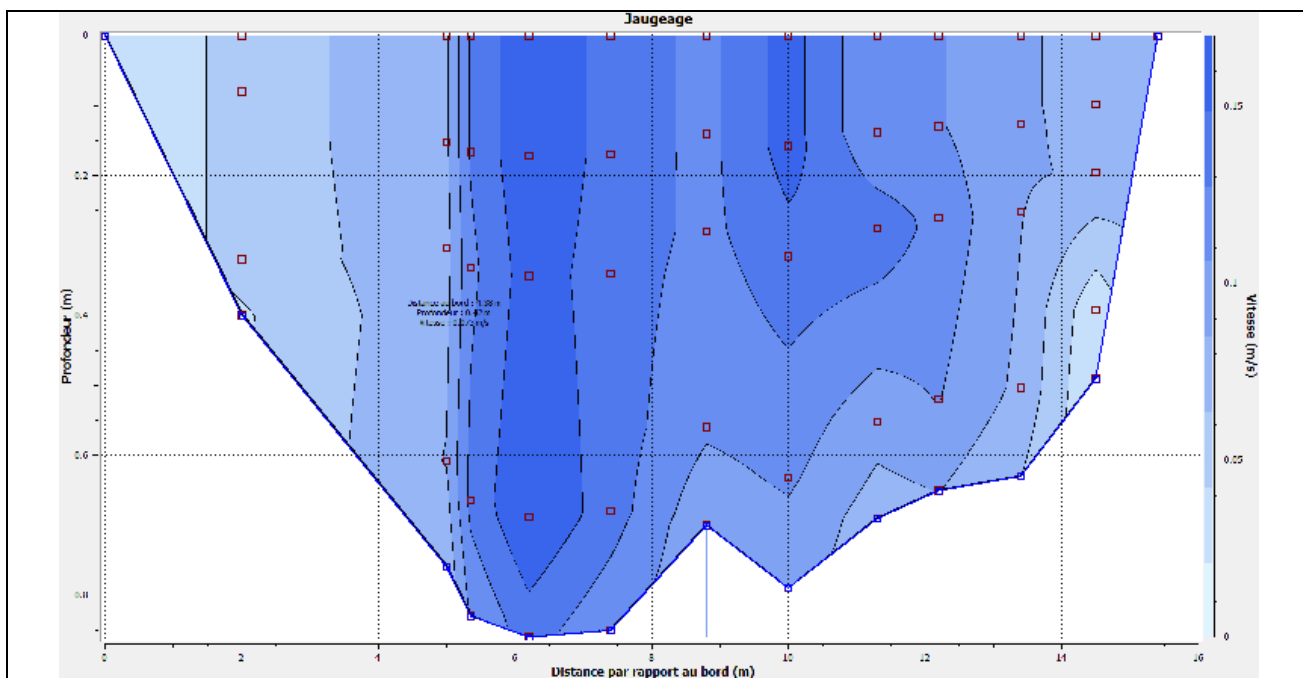
Date du jaugeage : 07/07/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 24,2 m
Débit (m³/s) : 5,13 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,094 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 10

Nom : Jau-10
Point de mesure associé : GPMM_10
Canal : Canal du Vigueirat
Commune/Lieu-dit : Arles
Date du jaugeage : 02/07/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 15,4 m
Débit (m3/s) : 1,02 m3/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,109 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 11

Nom : Jau-11

Point de mesure associé : GPMM_11

Canal : Canal d'Arles à Fos

Commune/Lieu-dit : Arles

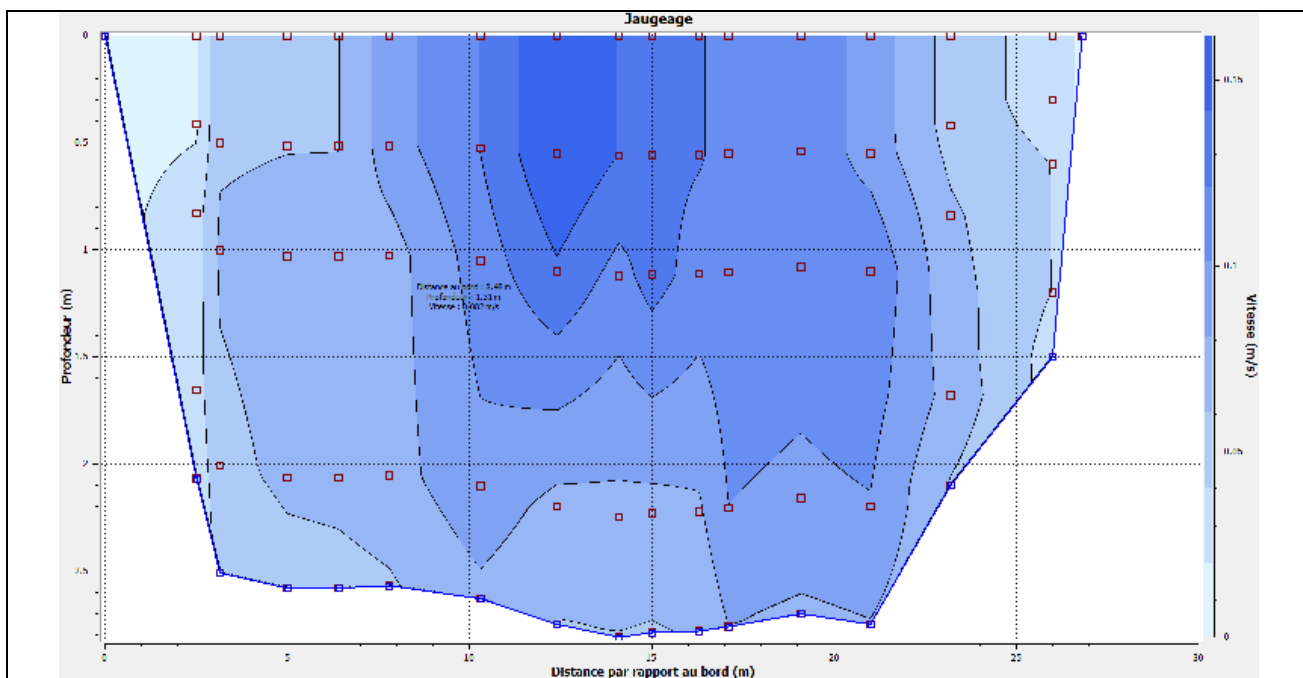
Date du jaugeage : 07/07/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 26,8 m

Débit (m³/s) : 5,45 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,087 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 12

Nom : Jau-12

Point de mesure associé : GPMM_12

Canal : Canal du Vigueirat

Commune/Lieu-dit : Arles - Mas Thibert

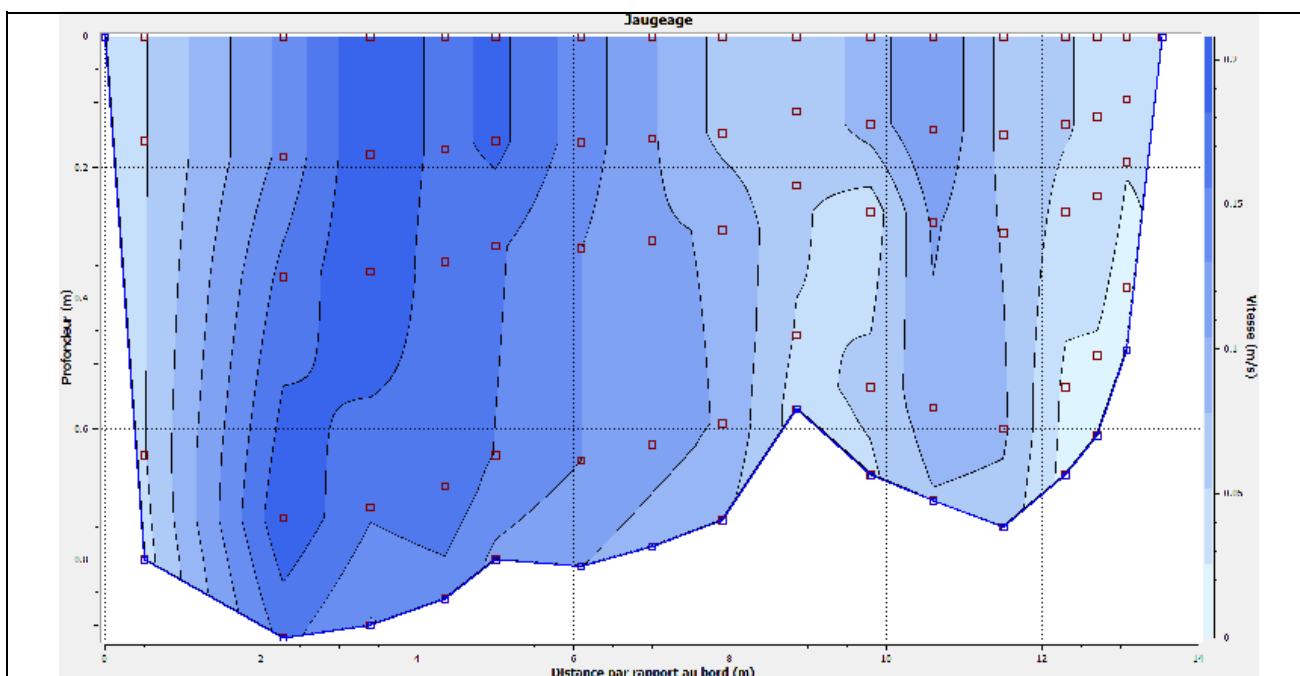
Date du jaugeage : 02/07/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 13,5 m

Débit (m³/s) : 1,13 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,113 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 13

Nom : Jau-13

Point de mesure associé : GPMM_13

Canal : Canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles - Mas Thibert

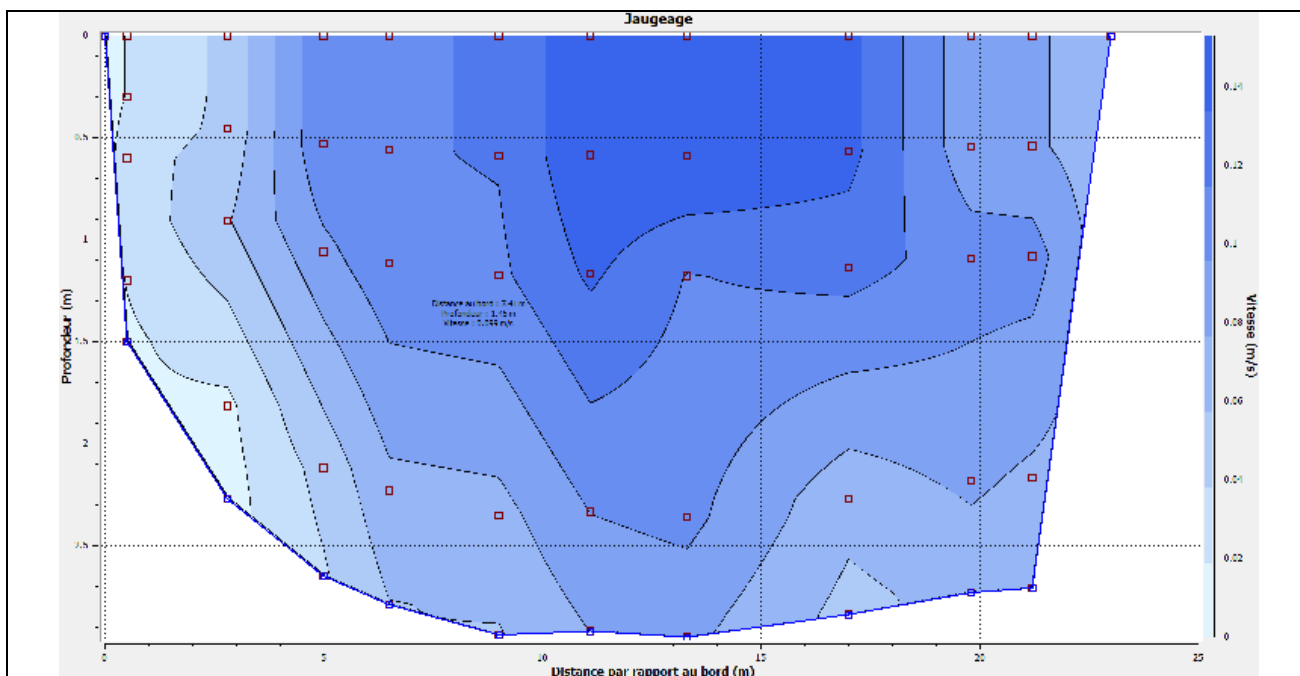
Date du jaugeage : 07/07/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 23 m

Débit (m³/s) : 5,55 m³/s

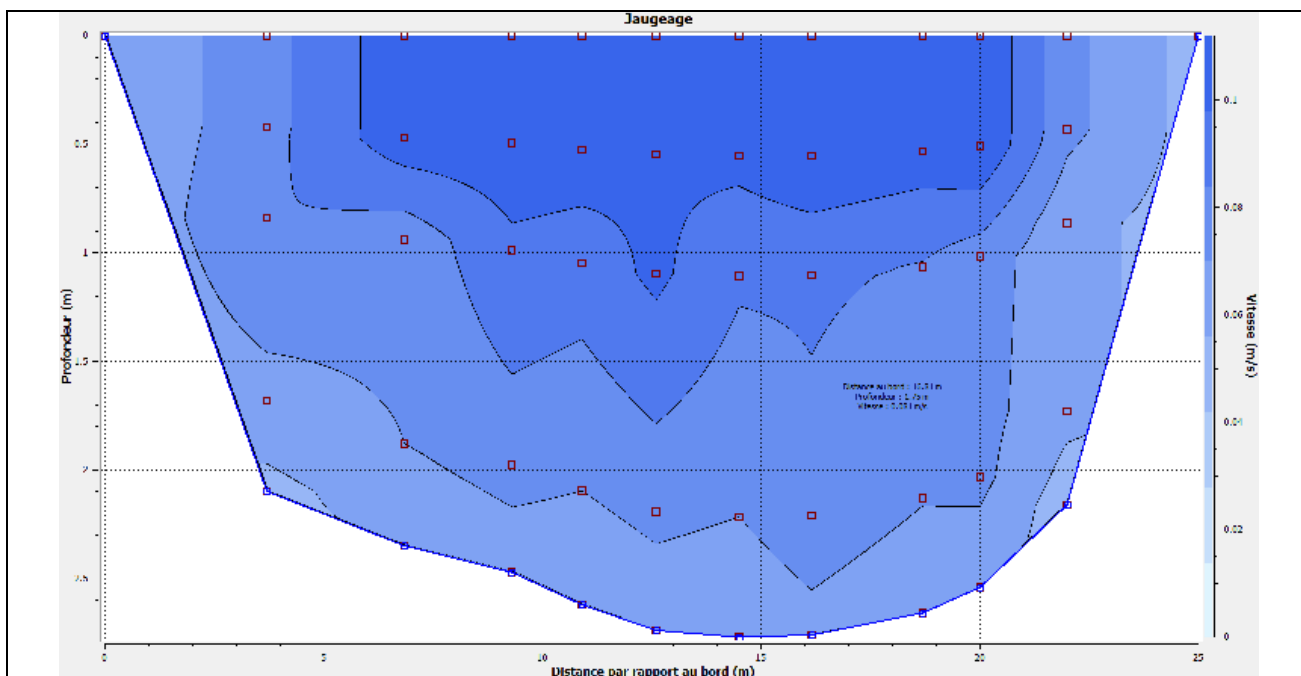
Vitesse moyenne (m/s) : 0,094 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 14

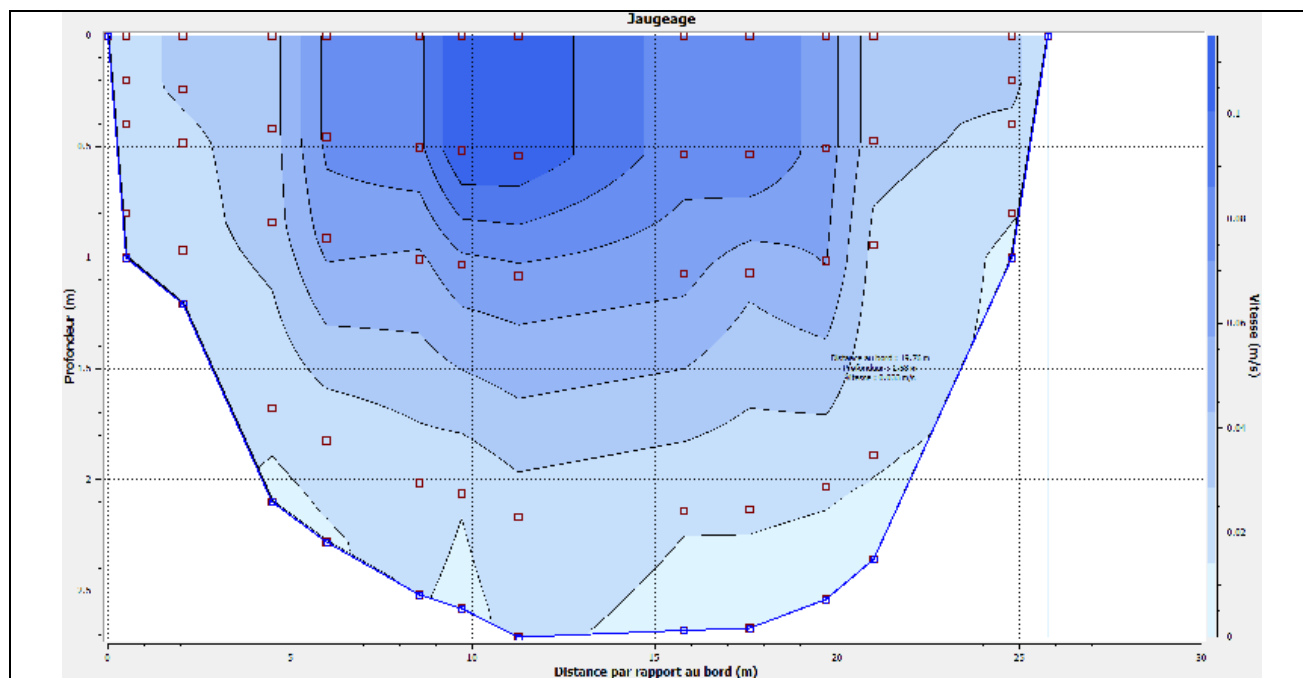
Nom : Jau-14
Point de mesure associé : GPMM_14
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles
Date du jaugeage : 09/09/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 25 m
Débit (m³/s) : 4,71 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,088 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 15

Nom : Jau-15
 Point de mesure associé : GPMM_15
 Canal : Canal d'Arles à Bouc
 Commune/Lieu-dit : Arles
 Date du jaugeage : 09/09/2025
 Type de matériel : Courantomètre
 Largeur section (m) : 25,8 m
 Débit (m³/s) : 2,4 m³/s
 Vitesse moyenne (m/s) : 0,043 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 01

Nom : Jau-01

Point de mesure associé : GPMM_01

Canal : Canal du Viguerat

Commune/Lieu-dit : Arles - Pont Van Gogh

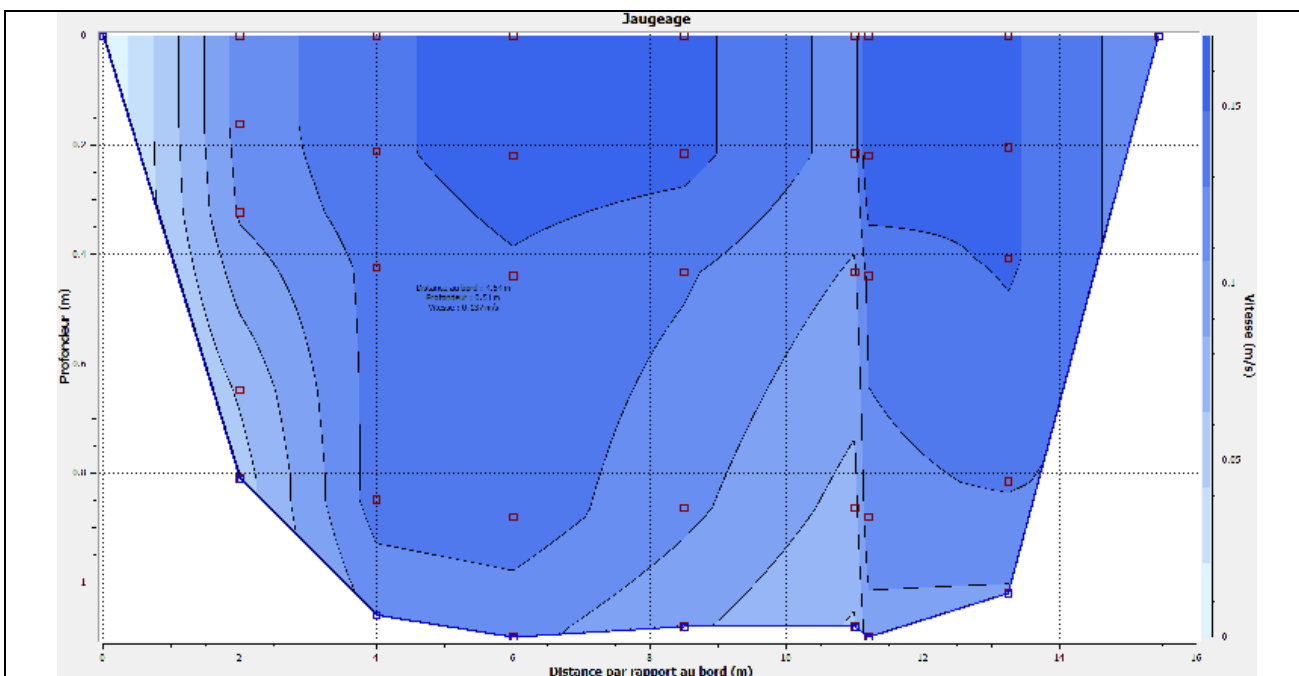
Date du jaugeage : 24/10/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 15,45 m

Débit (m3/s) : 1,87 m3/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,136 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 02

Nom : Jau-02

Point de mesure associé : GPMM_02

Canal : Canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles - Pont Van Gogh

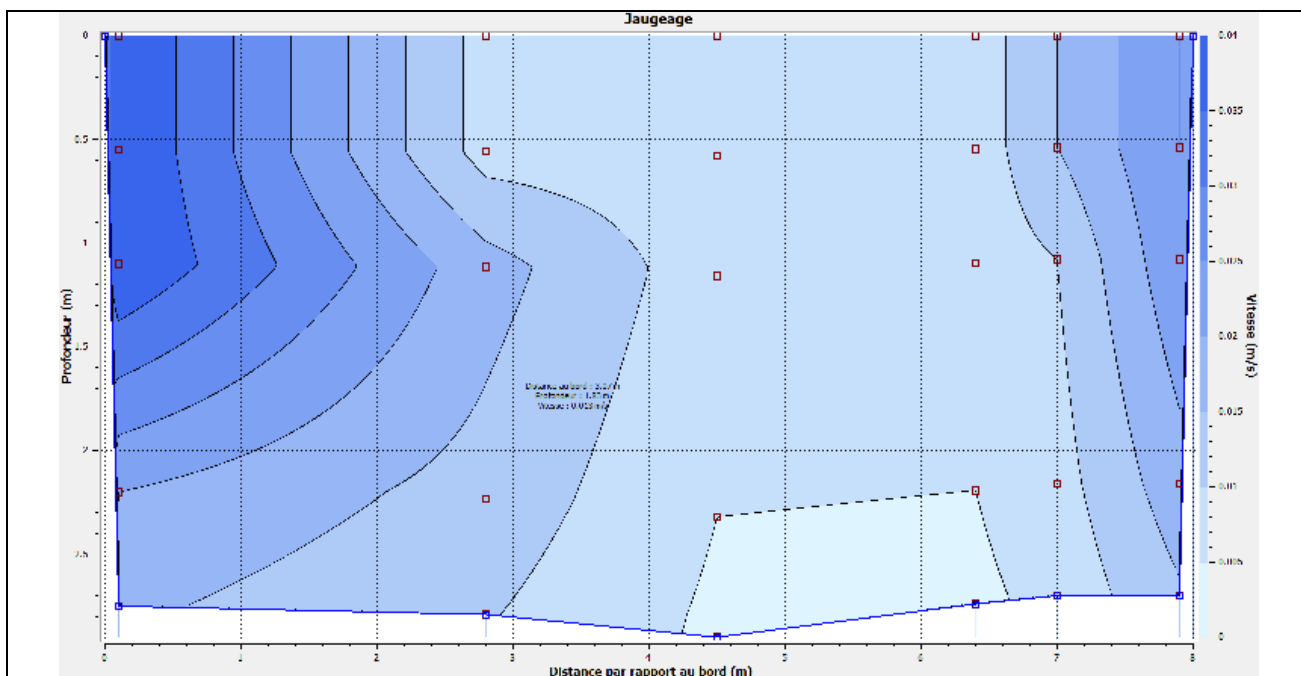
Date du jaugeage : 24/10/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 8 m

Débit (m³/s) : 0,31 m³/s

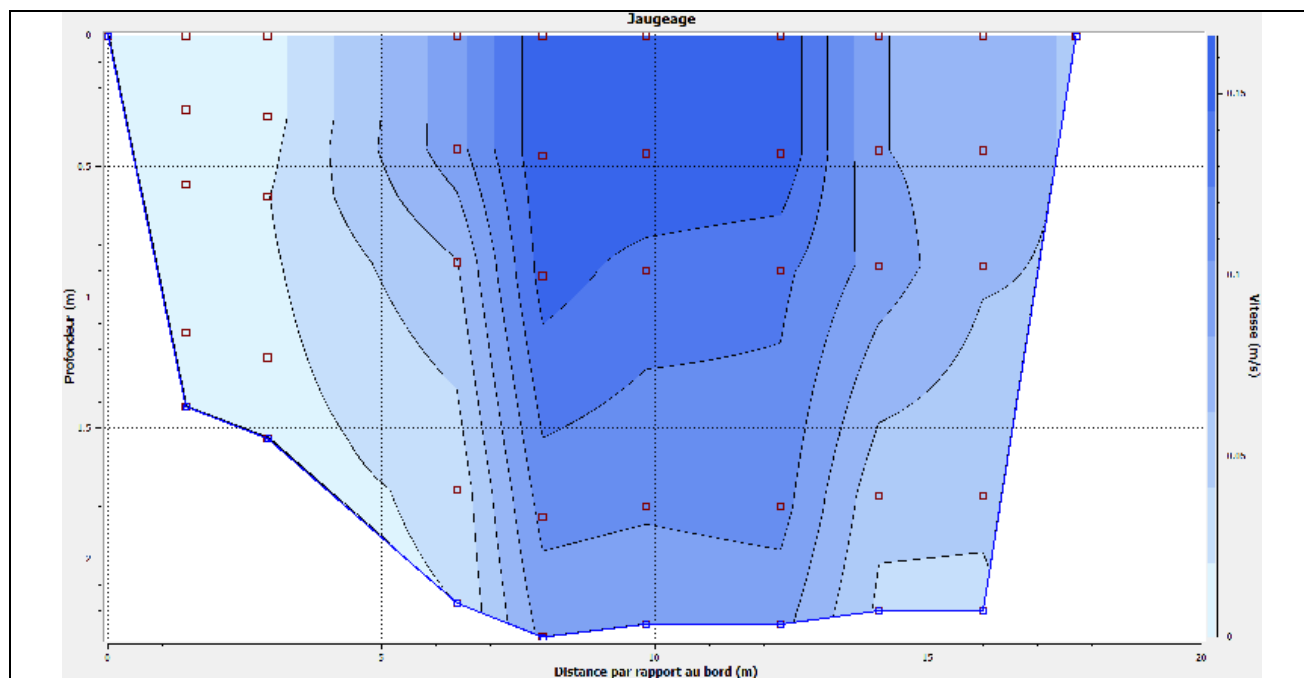
Vitesse moyenne (m/s) : 0,014 m/s



Remarque : suspicion d'embacles au milieu du lit

Jaugeage 03

Nom : Jau-03
 Point de mesure associé : GPMM_03
 Canal : Canal de la Vallée des Baux
 Commune/Lieu-dit : Arles
 Date du jaugeage : 30/10/2025
 Type de matériel : Courantomètre
 Largeur section (m) : 17,70 m
 Débit (m³/s) : 2,83 m³/s
 Vitesse moyenne (m/s) : 0,086 m/s

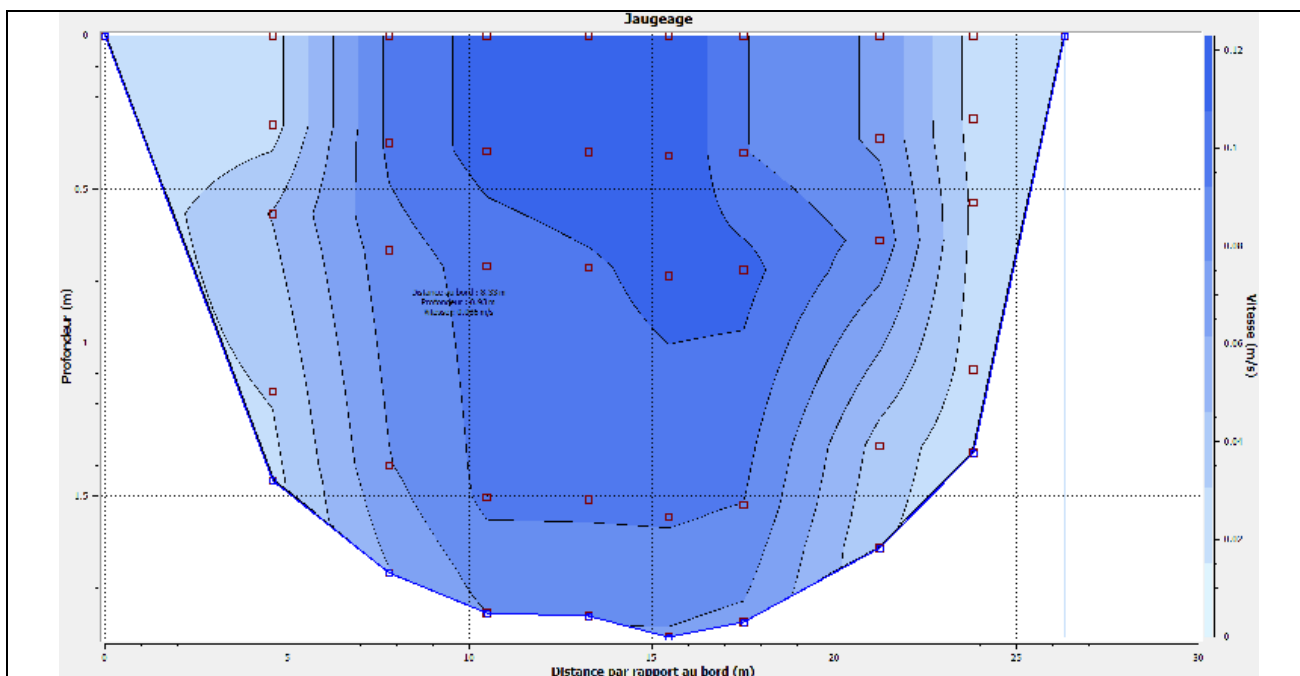


Remarque : RAS

Jaugeage 04

Nom : Jau-04
Point de mesure associé : GPM_04
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles

Date du jaugeage : 27/10/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 26,33 m
Débit (m³/s) : 3,12 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,080 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 05

Nom : Jau-05

Point de mesure associé : GPMM_05

Canal : Affluent rive gauche du canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles

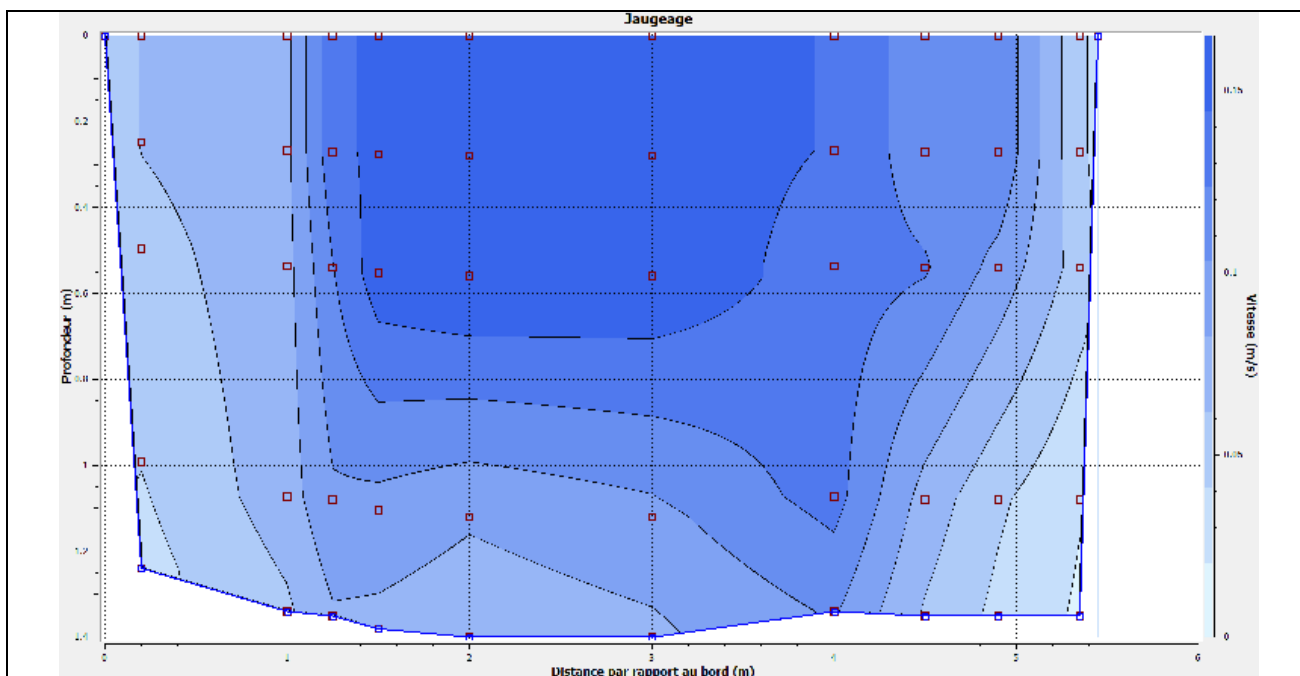
Date du jaugeage : 17/10/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 5,45 m

Débit (m³/s) : 0,77 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,108 m/s

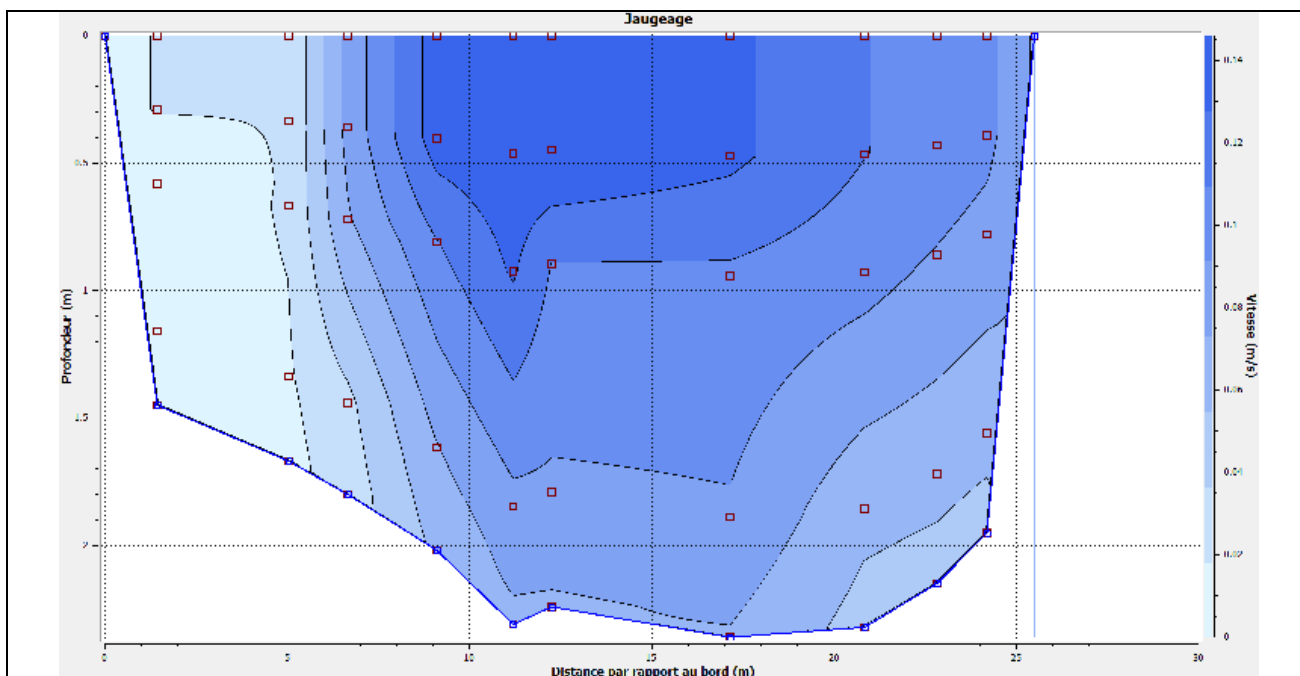


Remarque : RAS

Jaugeage 06

Nom : Jau-06
 Point de mesure associé : GPMM_06
 Canal : Canal d'Arles à Bouc
 Commune/Lieu-dit : Arles

 Date du jaugeage : 30/10/2025
 Type de matériel : Courantomètre
 Largeur section (m) : 25,5 m
 Débit (m3/s) : 4,14 m3/s
 Vitesse moyenne (m/s) : 0,084 m/s

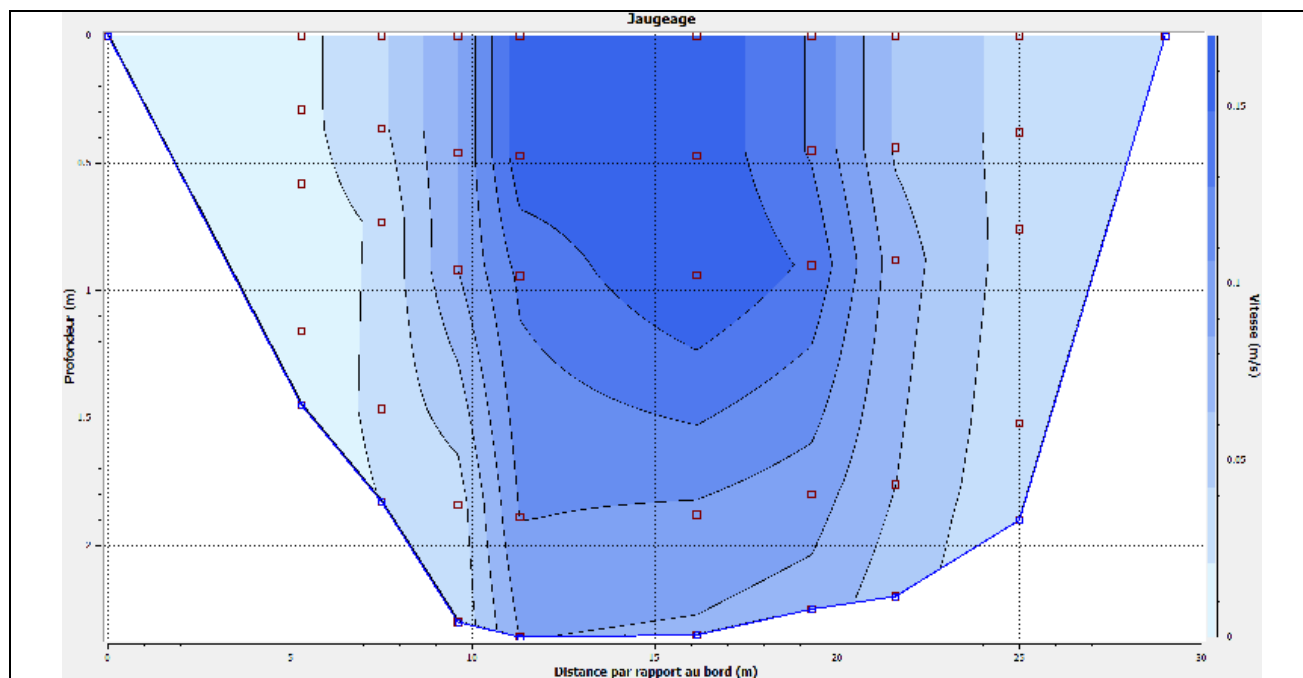


Remarque : RAS

Jaugeage 06 aval

Nom : Jau-06 aval
Point de mesure associé : GPMM_
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles

Date du jaugeage : 24/10/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 29 m
Débit (m3/s) : 4,21 m3/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,084 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 07

Nom : Jau-07

Point de mesure associé : GPMM_07

Canal : Affluent rive gauche du canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles

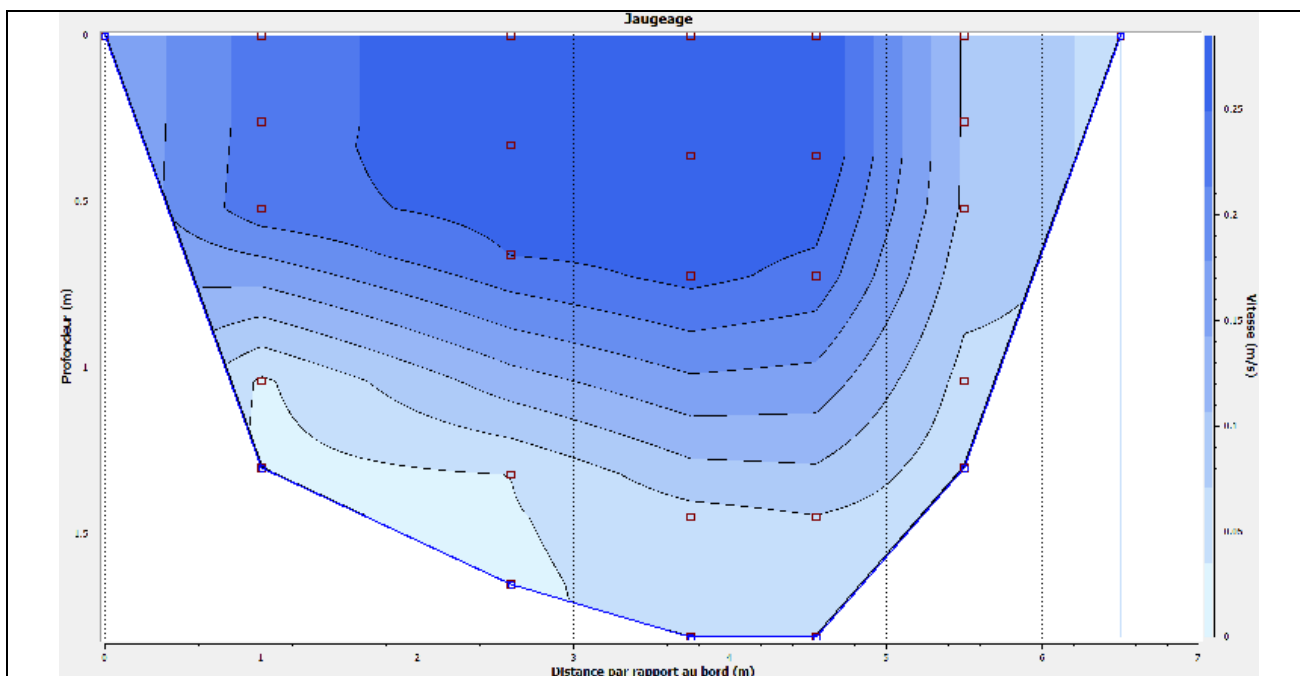
Date du jaugeage : 24/10/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 6,50 m

Débit (m³/s) : 1,46 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,170 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 08

Nom : Jau-08

Point de mesure associé : GPMM_08

Canal : Affluent rive gauche du canal d'Arles à Bouc

Commune/Lieu-dit : Arles

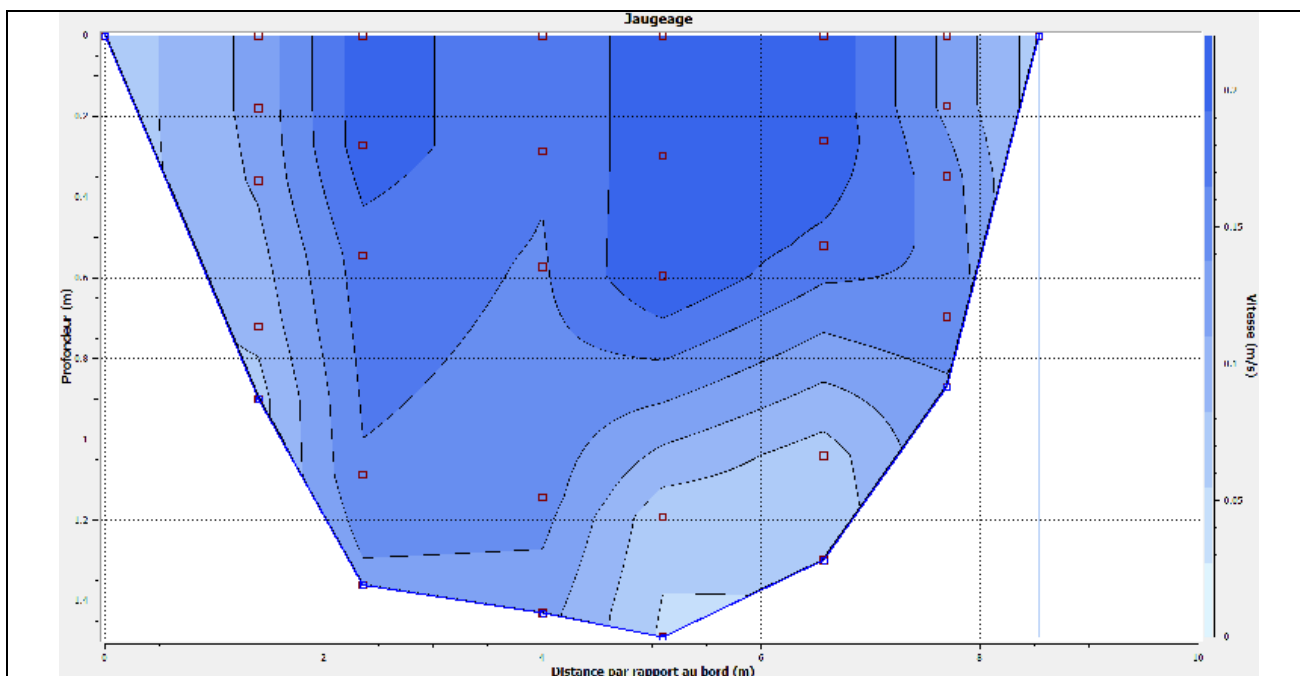
Date du jaugeage : 27/10/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 8,54 m

Débit (m³/s) : 1,46 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,158 m/s

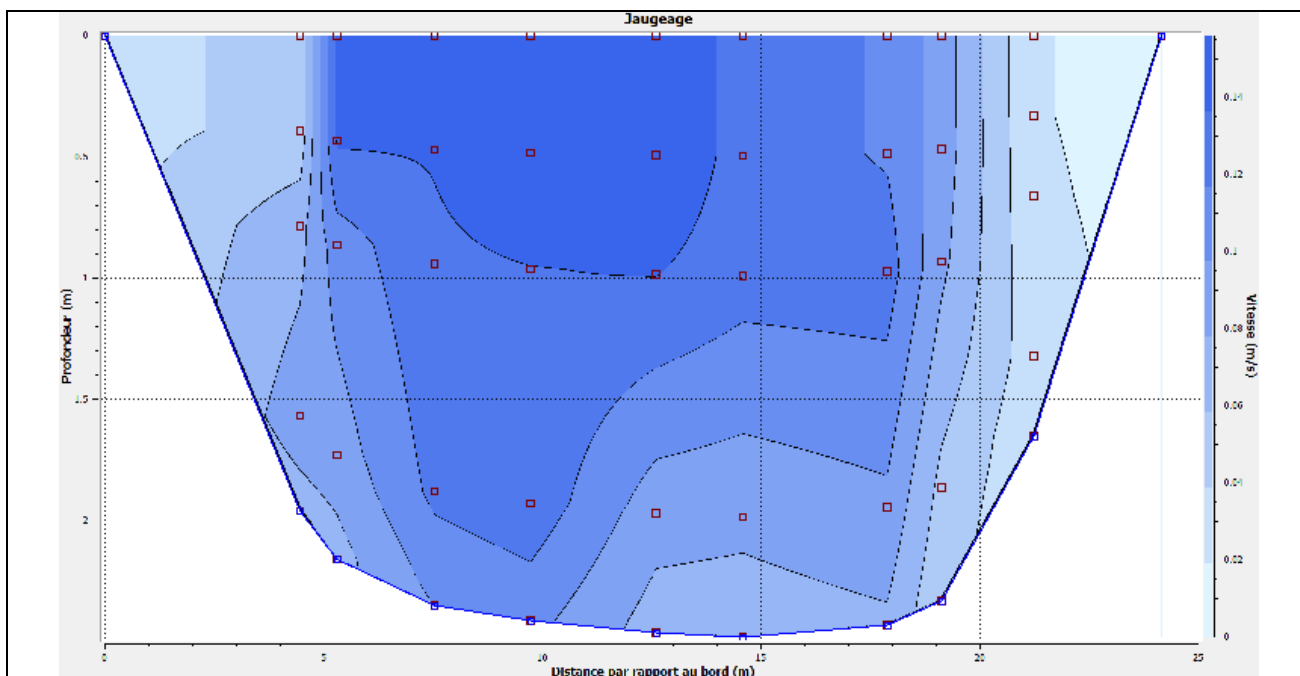


Remarque : RAS

Jaugeage 09

Nom : Jau-09
Point de mesure associé : GPMM_09
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles

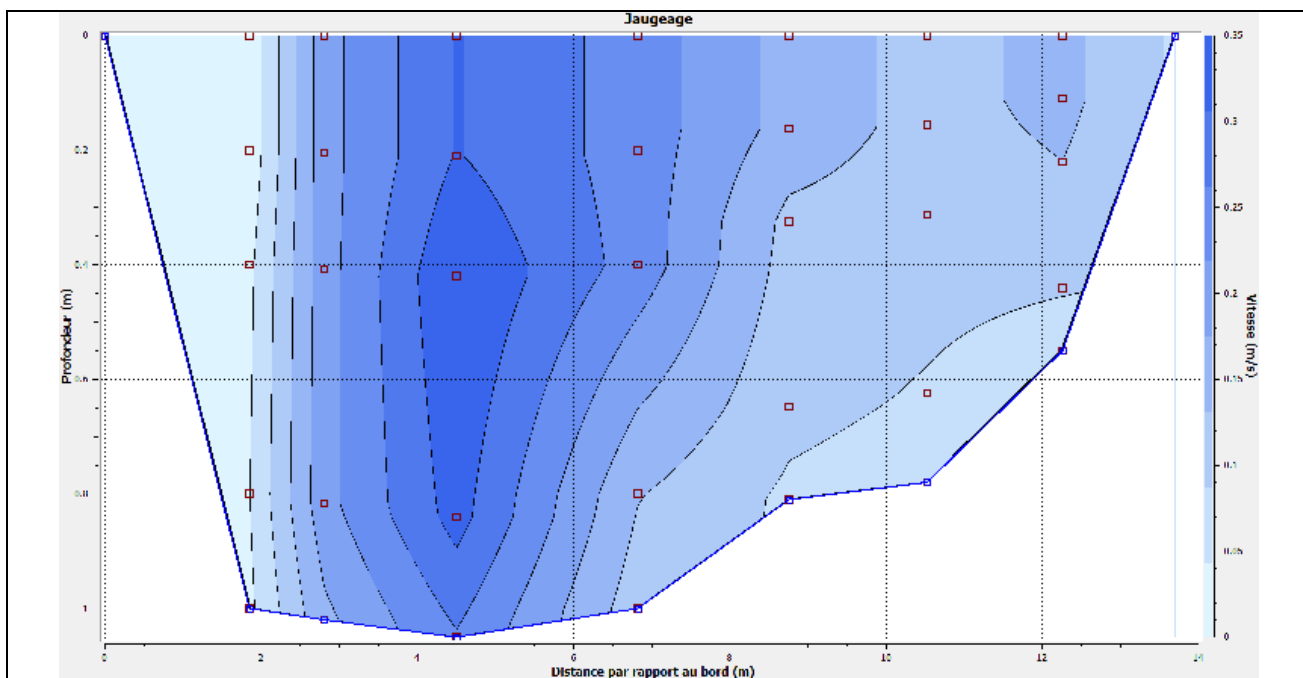
Date du jaugeage : 27/10/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 24,15 m
Débit (m³/s) : 4,85 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,106 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 10

Nom : Jau-10
Point de mesure associé : GPMM_10
Canal : Canal du Vigueirat
Commune/Lieu-dit : Arles
Date du jaugeage : 28/10/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 13.70 m
Débit (m³/s) : 1,87 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,175 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 11

Nom : Jau-11

Point de mesure associé : GPMM_11

Canal : Canal d'Arles à Fos

Commune/Lieu-dit : Arles

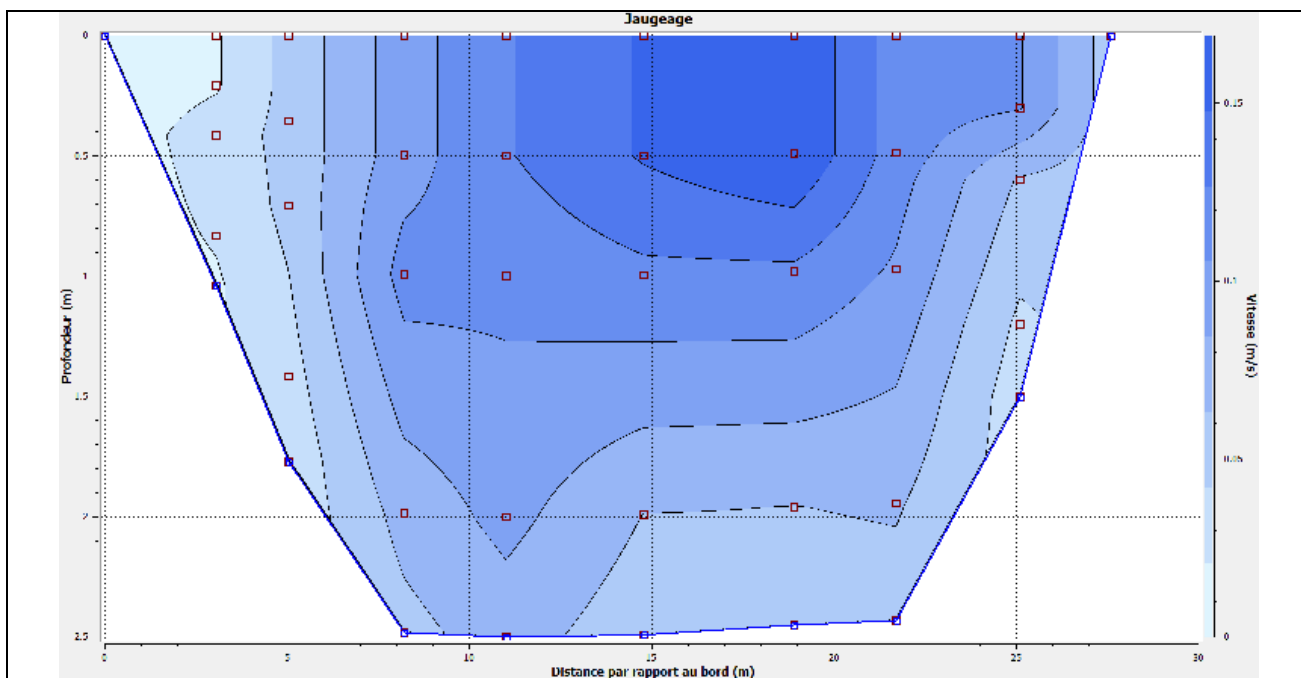
Date du jaugeage : 28/10/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 27,60 m

Débit (m³/s) : 4,82 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,091 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 12

Nom : Jau-12

Point de mesure associé : GPMM_12

Canal : Canal du Vigueirat

Commune/Lieu-dit : Arles - Mas Thibert

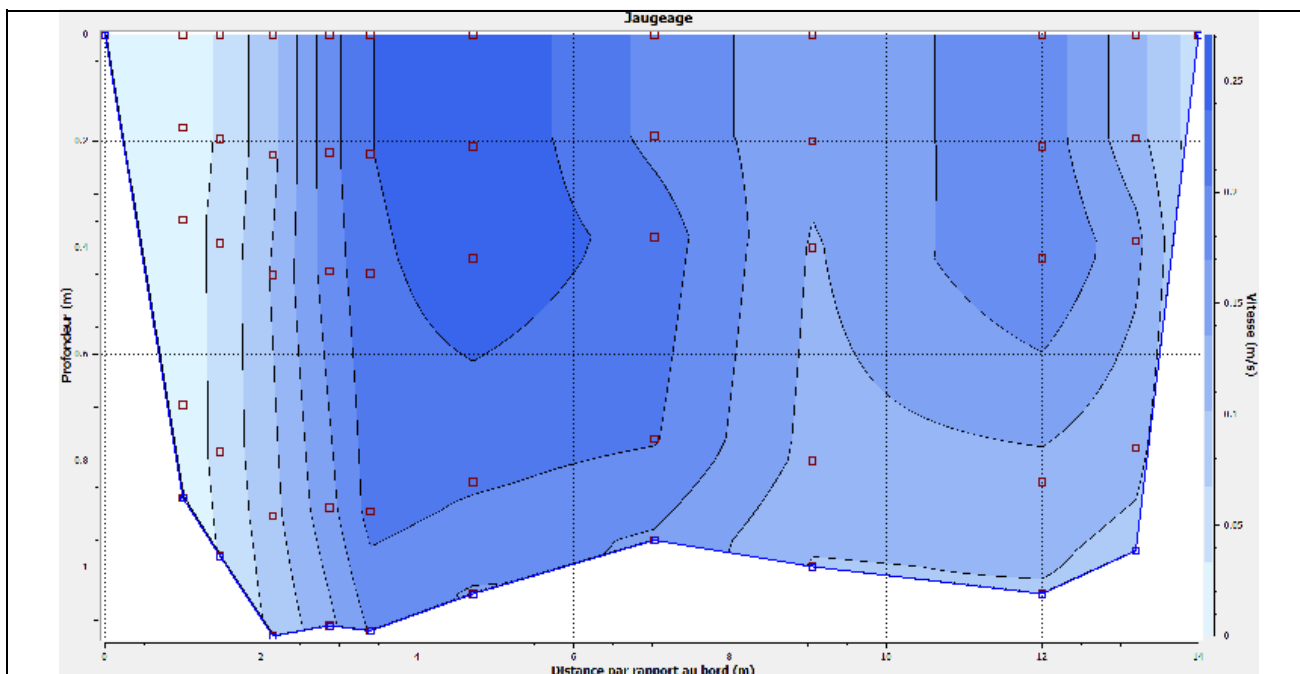
Date du jaugeage : 17/10/2025

Type de matériel : Courantomètre

Largeur section (m) : 14 m

Débit (m³/s) : 2,15 m³/s

Vitesse moyenne (m/s) : 0,161 m/s

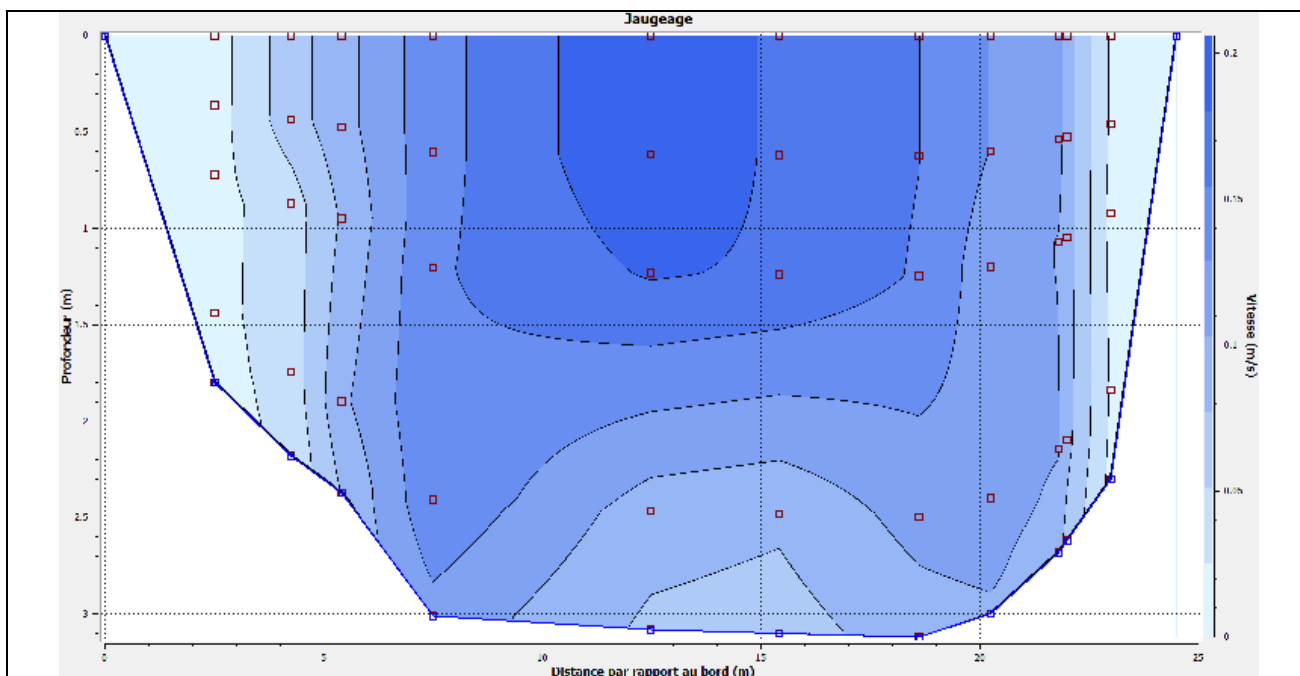


Remarque : RAS

Jaugeage 13

Nom : Jau-13
Point de mesure associé : GPM_13
Canal : Canal d'Arles à Bouc
Commune/Lieu-dit : Arles - Mas Thibert

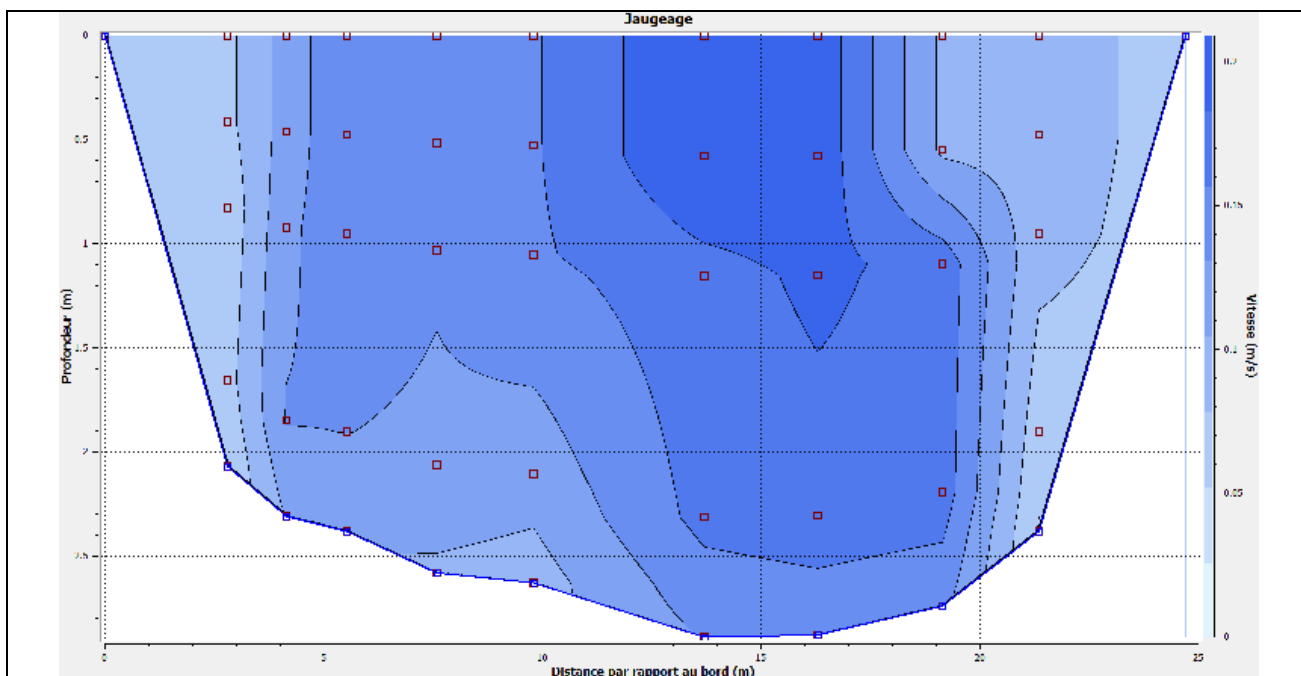
Date du jaugeage : 21/10/2025
Type de matériel : Courantomètre
Largeur section (m) : 24,50 m
Débit (m³/s) : 7,31 m³/s
Vitesse moyenne (m/s) : 0,117 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 14

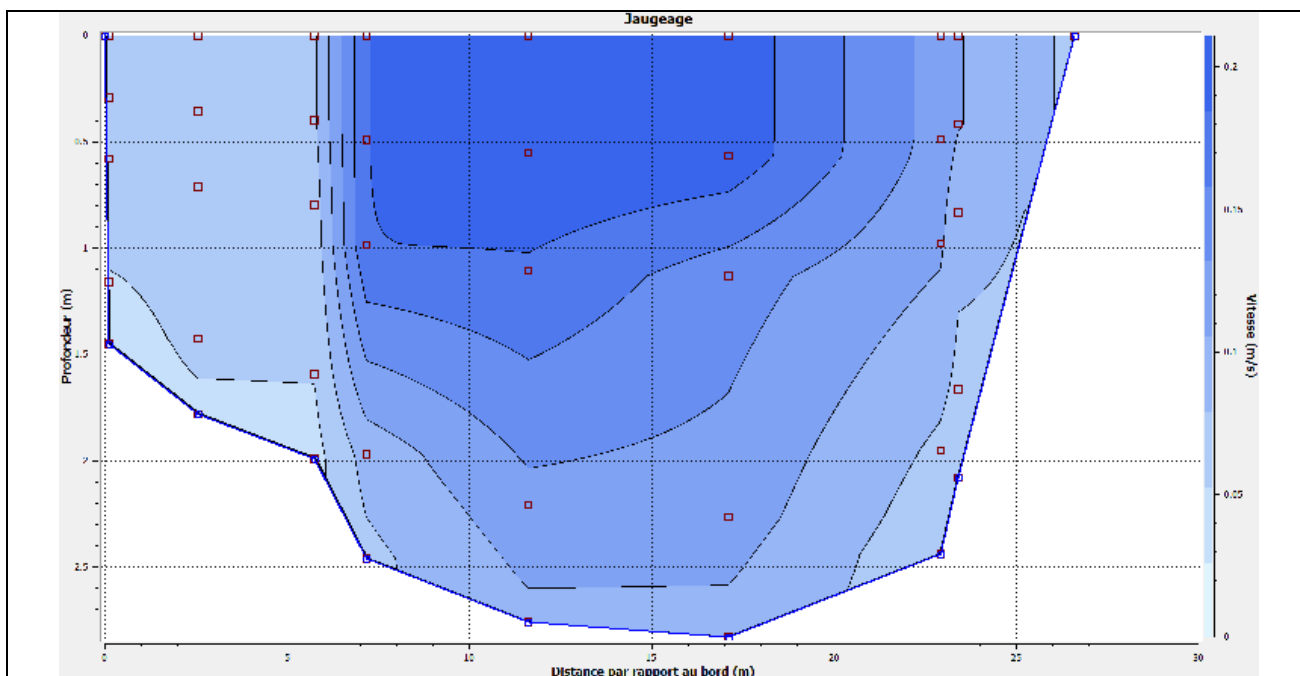
Nom : Jau-14
 Point de mesure associé : GPM_14
 Canal : Canal d'Arles à Bouc
 Commune/Lieu-dit : Arles
 Date du jaugeage : 21/10/2025
 Type de matériel : Courantomètre
 Largeur section (m) : 24,70 m
 Débit (m³/s) : 8,03 m³/s
 Vitesse moyenne (m/s) : 0,144 m/s



Remarque : RAS

Jaugeage 15

Nom : Jau-15
 Point de mesure associé : GPMM_15
 Canal : Canal d'Arles à Bouc
 Commune/Lieu-dit : Arles
 Date du jaugeage : 28/10/2025
 Type de matériel : Courantomètre
 Largeur section (m) : 26,61 m
 Débit (m³/s) : 7,69 m³/s
 Vitesse moyenne (m/s) : 0,128 m/s

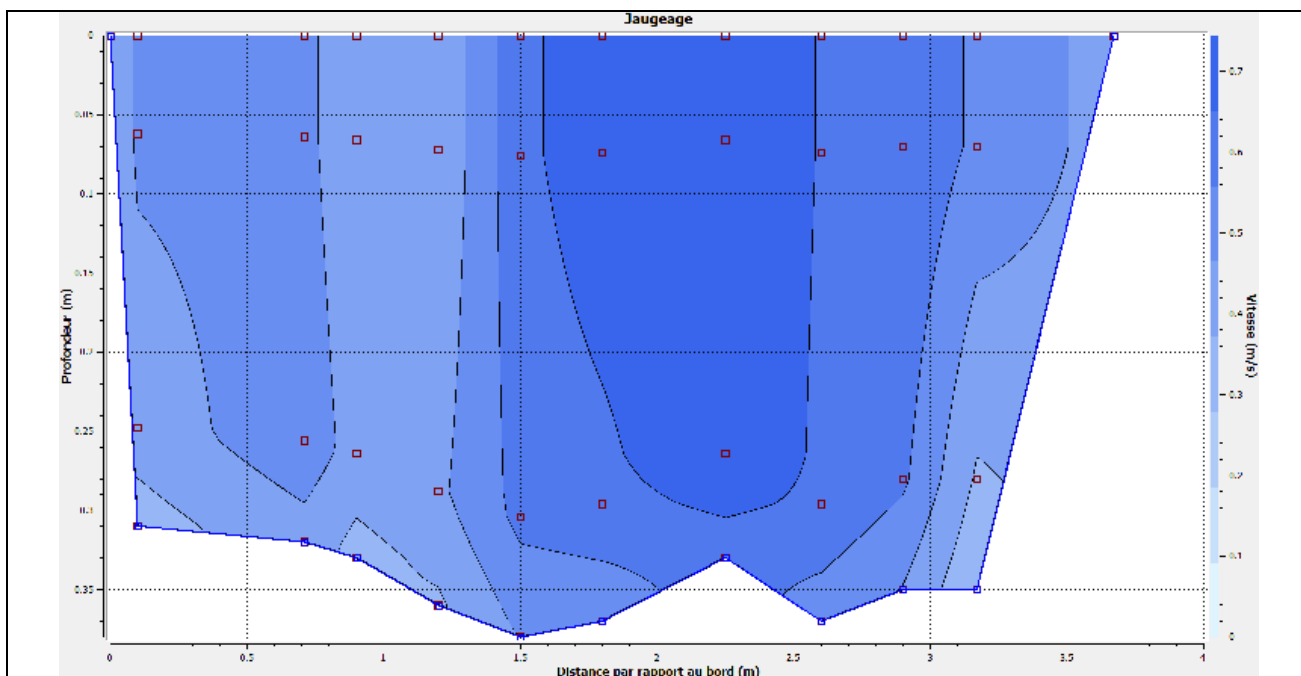


Remarque : RAS

Jaugeage 16

Nom : Jau-16
 Point de mesure associé : GPMM_16
 Canal : Canal Centre Crau
 Commune/Lieu-dit : Arles

 Date du jaugeage : 17/10/2025
 Type de matériel : Courantomètre
 Largeur section (m) : 3,67 m
 Débit (m³/s) : 0,67 m³/s
 Vitesse moyenne (m/s) : 0,578 m/s



Remarque : RAS

- Caractérisation géométrique complète du canal et des affluents principaux : largeur, profondeur, pente, profils en travers.

Un CCTP des levés bathymétriques à réaliser a été adressé au GPMM en janvier 2026. Les profils à lever sont répartis comme suit :

- Canal d'Arles à Fos : 31
- Vigueirat : 25
- Vallée des Baux : 6
- Autres canaux : 6

b) Eaux souterraines

Un modèle couplé eaux souterraines – eaux superficielles est prévu à la présente mission.

Les données complémentaires identifiées, nécessaires à la modélisation, sont les suivantes :

- Zone de recharge de la nappe ;
 - Création d'un réseau piézométrique dédié au secteur d'étude (reprendre des piézomètres du BRGM par exemple).
- Un premier inventaire des piézomètres du BRGM a été réalisé par Setec Hydratec (hors cadre de la mission).

Nom	Appareil	Hauteur d'eau	profondeur	Altitude du sol	Altitude repère mesure piezo	XL93	YL93
BSS002JFDR	Aquatroll	-1.51m	-27.65m	1.61 mNGF	1.98 mNGF	846443.05	6266773.22
BSS002JEZK	Aquatroll	-1.20m	-18.97m	1.018 mNGF	1.918 mNGF	839719.099	6274879.795
BSS002GXFE	Non prospecté, autorisation nécessaire						
BSS002JFDM	Non prospecté, autorisation nécessaire						
10197X0163/SX12	Non prospecté, pas eu le temps. Piezo à Fos-sur-Mer						
BSS002JEYJ	Non prospecté, autorisation nécessaire						
BSS02JFUDU	Non trouvé						
10191X0034/SX23	Non	-3.92m	-29.95m	2.501 mNGF	3.496 mNGF	840419.435	6271782.417
BSS02JFDT	Level Logger	-0.59m	-30m	0.96 mNGF	1.23 mNGF	848921.56	6267628.19

- Connectivité hydraulique canaux/nappe (perméabilité des berges/colmatage)
- Campagne de traçage : programmation à définir en fonction des relèves des appareils de mesure.

VII. 3. 5. Zones humides

Les données complémentaires identifiées, nécessaires à la modélisation, sont les suivantes :

- Relevés topographiques et bathymétriques des principales zones humides (morphologie du fond, volumes de stockage)
- Ouvrages de régulation et mode de fonctionnement : martellières, vannes, etc...
- Détermination des niveaux hydrologiques de fonctionnement :
- Suivi des apports hydriques (provenance : canal, nappe, ruissellement).
- Suivi écologique et physico-chimique : paramètres d'eau, habitats, biodiversité, végétation hydrophile.
- Modélisation hydraulique des zones humides (bilan hydrique, capacité de rétention, régulation).
- Analyse de la résilience écosystémique face à des scénarios de réduction d'apports.

Des relevés bathymétriques sont disponibles sur les Marais de Mayranne et du Vigueirat, une demande de données complémentaires a été faite en ce sens en janvier 2026.

Un CCTP des levés bathymétriques à réaliser pour compléter les données sur l'Etang du Landre a été adressé au GPMM en janvier 2026.



GRAND PORT MARITIME DE MARSEILLE (GPMM)

ÉTUDE GLOBALE SUR LA RESSOURCE EN EAU BRUTE DU GPMM

Campagne de mesure : Trimestre T2

59813 | Mai 2026 – V2 | P. FERRET/A.BLONDEL

Setec hydratec 3 Chemin des Gorges de Cabriès 13127 Vitrolles Courriel : hydra@hydra.setec.fr T : 04 86 15 62 50						Directeur de projet M. ROMANO	
						Responsable d'affaire P. FERRET/A.BLONDEL	
						N° Affaire 59813	
Fichier : 59813_GPMM_EAU_BRUTE_Phase1_MesuresT2_V2.docx							
V.	Date	Établi par	Vérifié par	Approuvé par	Nb. pages	Observations / Visa	
V1	Avril. 2026	Sophie Le Gras/ Anne Blondel	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	57	Trimestre 2	
V2	Mai 2026	Sophie Le Gras/ Anne Blondel	Pascaline Ferret Anne Blondel	Marc Romano	57	Suite remarques Jérémie SOLERE	

TABLE DES MATIERES

I. CADRE GENERAL DE LA MISSION	5
I. 1. Contexte général de la mission	5
I. 2. Contexte et objectifs de la phase 1	6
I. 2. 1. Cadre général de la phase 1	6
I. 2. 2. Objectifs spécifiques	6
II. PROGRAMME ET SUIVI DES MESURES	7
II. 1. Mesure des hauteurs	7
II. 2. Pluviomètres	7
II. 3. Mesures ponctuelles conductivité/salinité	8
II. 4. Jaugeages	8
II. 4. 1. Appareillage	8
II. 4. 2. Choix des sections de jaugeage	9
II. 4. 3. Mesure des abscisses	9
II. 4. 4. Choix des verticales	9
II. 4. 5. Mesure des profondeurs	9
II. 4. 6. Mesure des vitesses - méthode point par point	10
II. 4. 7. Exploitation des mesures de vitesses	10
II. 5. Implantation des points de mesures	10
III. MESURES	14
III. 1. Pluviométrie	14
III. 3. Jaugeages	15
III. 3. 1. Débits mesurés	16
III. 3. 2. Profils en long	19
III. 4. Mesures de hauteur T1	21
III. 4. 1. Points de mesures Hydratec	21
III. 4. 1. Points de mesures GPMM	26
III. 4. 2. Moyennes mensuelles	35
III. 5. Mesures de hauteur T2	39
III. 5. 1. Points de mesures Hydratec	39
III. 5. 2. Points de mesures GPMM	43
III. 5. 3. Calcul du débit du barrage anti-sel (clapet central)	46
III. 5. 4. Moyennes mensuelles	50
III. 6. Mesures de la conductivité	51
III. 6. 1. Synthèse T1	51
III. 6. 2. Synthèse T2	51
IV. CONCLUSION T1	55
V. CONCLUSION T2	55
VI. ANNEXES	56
VI. 1. Annexe A : Jaugeages	56

FIGURES

Figure I-1 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)	5
Figure II-1 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage	7
Figure II-2 : Profil des vitesses en jaugeage	8
Figure II-3 : Courantomètre	9
Figure II-4 : Tableau récapitulatif des points de mesures.....	11
Figure II-5 : Localisation des points de mesures (secteurs Nord et Centre)	12
Figure II-6 : Localisation des points de mesures (secteur Sud)	13
Figure III-1 : Cumul des précipitations mesurées	14
Figure III-2 : Débits jaugés (juillet 2025 à février 2026).....	16
Figure III-3 : Schéma hydraulique du canal et affluents avec débits jaugés en juillet 2025 et octobre 2025.....	18
Figure III-4 : Profil en long du canal d'Arles à Fos.....	19
Figure III-5 : Profil en long du canal du Vigueirat	20
Figure III-6 : Profils en long comparés du Vigueirat et du canal d'Arles à Fos.....	20
Figure III-7 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert.....	22
Figure III-8 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en aval de Mas Thibert	23
Figure III-9 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat	24
Figure III-10 : Point de mesure GPMM10 - Embâcles visibles suite à l'évènement du 21 septembre 2025.....	25
Figure III-11 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1 ^{er} au 10 septembre 2025)	27
Figure III-12 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 septembre 2025)	28
Figure III-13 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 30 septembre 2025)	29
Figure III-14 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1 ^{er} au 10 octobre 2025)	30
Figure III-15 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 octobre 2025)	31
Figure III-16 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 31 octobre 2025)	32
Figure III-17 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1 ^{er} au 10 novembre 2025).....	33
Figure III-18 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 15 novembre 2025)	34
Figure III-19 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Septembre 2025)	36
Figure III-20 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Octobre 2025).....	37
Figure III-21 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Novembre 2025)	38
Figure III-22 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert – T2	40
Figure III-23 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en aval de Mas Thibert – T2.....	41
Figure III-24 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat - T2.....	42
Figure III-25 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS	44
Figure III-26 : Hauteurs au droit de l'ouvrage du Galéjon.....	45
Figure III-27 : Schéma d'un seuil	46
Figure III-28 : Diagramme des régimes de fonctionnement du seuil.....	46
Figure III-29 : Débit calculé au travers du clapet central du barrage anti-sel (graph 1)	48
Figure III-30 : Débit calculé au travers du clapet central du barrage anti-sel (graph 2)	48
Figure III-31 : Débit calculé au travers du clapet central du barrage anti-sel (graph 3)	49
Figure III-32 : Calcul du volume journalier déversé par le clapet central (mars 2025 / mars 2026).....	49
Figure III-33 : Conductivité du Canal d'Arles à Fos et affluents en amont de Mas Thibert	52
Figure III-34 : Conductivité du Canal d'Arles à Fos et affluents en aval de Mas Thibert et à la station de pompage	53
Figure III-35 : Conductivité du Canal du Vigueirat.....	54

I. CADRE GENERAL DE LA MISSION

I. 1. Contexte général de la mission

Le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) alimente en eau douce les industries implantées sur les bassins Ouest du port, à partir de la station de pompage du Vigueirat, située sur le canal d'Arles à Fos.

Ce canal, ancien canal de navigation reliant Arles à Port-de-Bouc, est alimenté par de multiples affluents (canaux agricoles de la Crau, roubines, exutoires naturels et réseaux d'assainissement). Il joue un rôle clé dans le fonctionnement hydrologique de la nappe de Crau, elle-même majoritairement alimentée par les dérivations de la Durance.

Le canal débouche dans le canal de navigation du Rhône puis dans la darse 1 du port de Port-de-Bouc. Un barrage anti-sel (BAS), géré par le GPMM, limite les intrusions d'eau salée depuis la mer et assure la protection de la ressource en eau douce.

La station du Vigueirat, construite dans les années 1970, produit l'intégralité de l'eau brute nécessaire à la zone industrialo-portuaire de Fos (ZIF).

- Débit moyen pompé (2014–2023) : 0,75 m³/s
- Production annuelle moyenne : ~23,7 Mm³/an (avec un pic de 26,4 Mm³ en 2022)
- Capacité maximale : 3 m³/s (trois pompes simultanées)
- Autorisation actuelle (2007) : 25 Mm³/an, sur la base d'une reconnaissance d'antériorité.

Cette autorisation repose sur des données anciennes, nécessitant aujourd'hui une actualisation pour tenir compte de l'évolution des besoins industriels et des connaissances environnementales. En effet, Dans le cadre de la réindustrialisation et de la décarbonation de la ZIF, le GPMM prévoit une augmentation significative des prélèvements :

- +4,7 Mm³/an dès 2027 (projet Carbon)
- Jusqu'à 46 Mm³/an à l'horizon 2030, soit presque un doublement des volumes actuels.

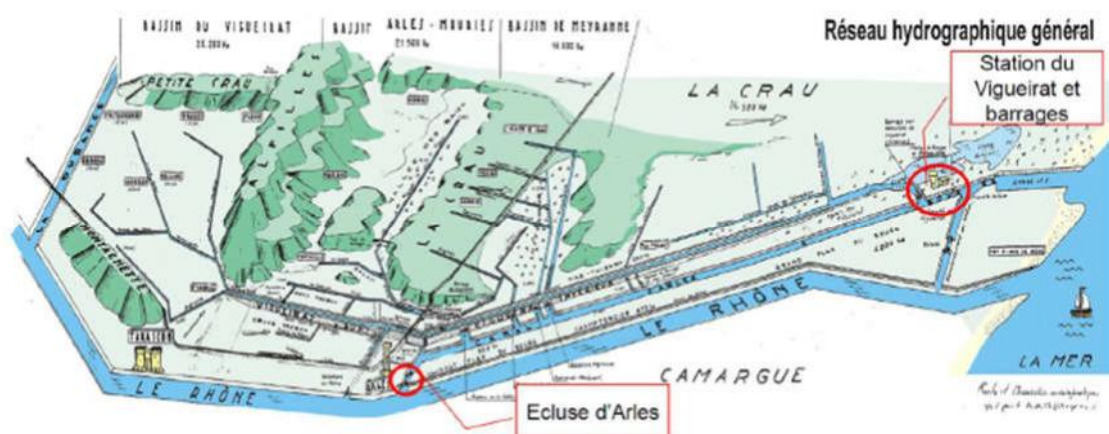


Figure I-1 : Vue d'ensemble du canal d'Arles à Fos (BCEOM, 2007)

I. 2. Contexte et objectifs de la phase 1

I. 2. 1. Cadre général de la phase 1

La première phase de l'étude vise à établir un diagnostic approfondi et actualisé du fonctionnement du canal du d'Arles à Fos et de son réseau d'alimentation. Cette étape préliminaire est essentielle pour constituer un scénario de référence, permettant d'appréhender la dynamique hydrologique et hydrochimique du système dans son état actuel, et de disposer d'une base solide pour l'évaluation des évolutions futures.

Elle repose à la fois sur l'analyse des connaissances existantes et sur la collecte de nouvelles données de terrain (hauteurs d'eau, débits, salinité, traçages), afin de compléter et fiabiliser la compréhension du fonctionnement du canal, de ses affluents et des interactions avec les milieux connexes (zones humides, nappes, marais, étang et biseau salé).

I. 2. 2. Objectifs spécifiques

Les objectifs attendus de la phase 1 sont les suivants :

- Actualiser les connaissances disponibles sur le fonctionnement hydrologique et hydrochimique du canal et de ses affluents, en intégrant les rapports, publications scientifiques, données techniques et historiques existants.
- Élaborer un scénario de référence (actuel) de fonctionnement du canal, incluant sa variabilité saisonnière, tenant compte des apports différenciés de chaque affluent et des interactions avec les milieux associés.
- Évaluer les risques de salinisation, à l'amont (via les affluents) et à l'aval (par l'influence marine et la montée du niveau des mers), sur la base de mesures de salinité/conductivité et de leur variabilité spatiale et temporelle.
- Caractériser les usages et pressions actuels s'exerçant sur la ressource en eau, incluant notamment la mise à jour des prélèvements réalisés sur l'hydrosystème.
- Mettre en évidence les hypothèses et limites des travaux antérieurs afin de préciser les incertitudes, de consolider les connaissances et d'identifier les besoins complémentaires pour la suite de l'étude.

Le présent rapport constitue le rapport de mesure trimestriel n°2.

II.PROGRAMME ET SUIVI DES MESSURES

II. 1. Mesure des hauteurs

17 points de mesures de hauteur d'eau entre l'écluse d'Arles et le barrage anti-sel, sur le canal d'Arles à Fos et ses affluents ont été installés du 4 au 9 septembre 2025. Ces mesures sont effectuées à l'aide de sondes piézométriques ou de sondes radar, en fonction des caractéristiques spécifiques de chacun des sites.

Les données mesurées à la station de pompage du GPMM sont également exploitées. La demande d'extraction des valeurs est faite mensuellement par Setec Hydratec auprès du service du GPMM concerné. La localisation de ces points de mesure est présentée ci-après :

- Niveau + conductivité : Dans le canal d'Arles à Bouc au niveau des pertuis à l'entrée de la station de pompage
- Niveau + conductivité : Juste en amont des vannes du Galéjon
- Niveau : Dans le canal d'Arles à Bouc en aval du barrage anti-sel côté mer
- Conductivité : Dans le canal d'Arles à Bouc en amont du barrage anti-sel côté station de pompage.



Figure II-1 : Plan synoptique GPMM des points de mesures à la station de pompage

Les appareils sont relevés et contrôlés chaque semaine en période estivale (avril à septembre) et tous les quinze jours le reste de l'année. Une mesure de hauteur in situ est effectuée pour vérifier et corriger toute dérive potentielle.

II. 2. Pluviomètres

L'installation de trois pluviomètres pour une durée de 12 mois a été effectuée du 4 au 9 septembre 2025. Ils sont situés au niveau du Pont Van Gogh, à Mas Thibert et au niveau de la station de pompage du GPMM.

Le matériel utilisé est de la marque HYDREKA, à augets basculants électroniques.

II. 3. Mesures ponctuelles conductivité/salinité

La conductivité et la salinité sont mesurées une fois par semaine en période estivale et tous les quinze jours le reste de l'année, en même temps que les appareils de mesure. Nous utilisons un conductimètre portatif HANNA Instrument conforme USP 645.

II. 4. Jaugeages

Une première campagne de jaugeage s'est déroulée du 2 au 10 juillet. La seconde s'est déroulée du 17 au 30 octobre 2025.

Nos méthodologies s'appuient sur les documents suivants :

- NF ISO 9555-1 et NF ISO 9555-3 (Décembre 1994) - Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Méthodes de dilution en régime permanent utilisant des traceurs
- NF X10-131 (Décembre 1974) - Mesure de débit de l'eau dans les conduites fermées
- NF EN ISO 748 (Avril 2009) - Mesurage du débit des liquides dans les canaux découverts au moyen de débitmètres ou de flotteurs
- Jaugeage par dilution de traceur à injection globale (2011) – Groupe de travail EDF/CNR/IRSTEA
- Charte qualité de l'hydrométrie/Guide de bonnes pratiques (Janvier 2017) – SCHAPI

La configuration du site nous contraint à effectuer les jaugeages depuis une embarcation. Pour cela, la méthode du jaugeage des débits par exploration du champ de vitesse est la plus appropriée.

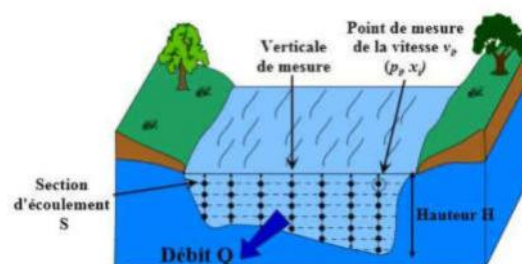


Figure II-2 : Profil des vitesses en jaugeage

II. 4. 1. Appareillage

Les mesures sont réalisées au courantomètre électromagnétique, méthode particulièrement bien adaptée pour cette gamme de débits.

Le courantomètre utilisé est de marque Valeport, type BFM801 distribué par Hydreka.



Figure II-3 : Courantomètre

II. 4. 2. Choix des sections de jaugeage

Les sections de jaugeages ont déjà été définies sur site en tenant compte des critères suivants :

- Permettre une mesure sans risques pour le ou les opérateur(s),
- Perpendiculaire à l'écoulement du courant,
- Accessible depuis la berge
- Section régulière et facilement matérialisable
- Profondeur supérieure à 10cm
- Vitesses supérieures à 5mm/s et inférieures à 4 m/s

II. 4. 3. Mesure des abscisses

Les abscisses sont contrôlées grâce à un décamètre tendu en travers du cours d'eau lors de chaque mesure ou à l'aide d'un distance-mètre laser, pointé sur un repère fixe depuis une des rives.

L'opérateur repère la position de son courantomètre à chaque verticale ainsi que :

- les abscisses de chaque rive,
- les abscisses de vitesse nulle (eaux mortes) si celles-ci sont différentes des abscisses des rives.

II. 4. 4. Choix des verticales

La qualité (précision) du jaugeage sera d'autant meilleure que le nombre de verticales sera important. Le nombre de verticales sera donc adapté à la configuration des profils en travers de mesure. Il est compris entre 3 et 20 verticales.

II. 4. 5. Mesure des profondeurs

On retiendra comme origine des profondeurs, le fond du cours d'eau. Elle est mesurée à l'aide d'une perche graduée.

Le repérage de la profondeur sur une verticale donnée s'effectue en amenant les électrodes de mesure du courantomètre en limite d'immersion à la surface et en notant la valeur lue sur la graduation de la perche.

Le point le plus bas de vitesse non nulle correspond alors à la première mesure au-dessus du fond. Une augmentation des points de mesures est effectuée vers le fond qui se caractérise par la présence de forts gradients.

II. 4. 6. Mesure des vitesses - méthode point par point

La vitesse d'écoulement en un point n'est jamais constante dans le temps. Cette variabilité impose donc un temps de comptage suffisamment important pour que chaque mesure soit représentative et que la précision soit satisfaisante.

Le temps de comptage par mesure de vitesse est supérieur ou égal à 5 secondes.

1 à 6 points par verticale ont été réalisés. Cette règle permet de ne pas avoir d'écart entre deux points de mesure successifs supérieur à 100%.

Les points ont été resserrés dans la partie basse du profil, où les variations de vitesse sont les plus importantes.

II. 4. 7. Exploitation des mesures de vitesses

La valeur du débit est obtenue par double intégration des profils de vitesse selon les axes verticaux et horizontaux.

L'exploitation a été réalisée, dans le respect de la norme NF EN ISO 748 : avec le logiciel DEPJAU, développé par le BRGM.

II. 5. Implantation des points de mesures

Les spécificités pour chacun des points de mesures sont décrites dans le tableau ci-après et localisés sur la carte ci-après.

ID point de mesure	Localisation	Autorisation à obtenir	Statut en date 22/09/2025	Type d'appareil
GPMM_01	Canal du Vigueirat	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_02	Canal d'Arles à Bouc– Pont Van Gogh	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_03	Canal de la Vallée des Baux	Communes d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_04	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_05	Canal affluent RG du canal d'Arles à Bouc	Propriétaire Biosud	Installation 04/09/2025	Radar
GPMM_06	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 04/09/2025	Sonde piezo
GPMM_07	Canal Affluent en RG du canal d'Arles à Bouc	Propriétaire Biosud	Installation 04/09/2025	Radar
GPMM_08	Canal de Meyranne	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_09	Canal d'Arles à Bouc	-	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
GPMM_10	Canal du Vigueirat	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_11	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_12	Canal du Vigueirat	Département 13 / Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Radar
GPMM_13	Canal d'Arles à Bouc	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_14	Canal d'Arles à Bouc	-	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
GPMM_15	Canal d'Arles à Bouc	GPMM	Installation 09/09/2025 sonde et le 09/09/2025 pour le pluviomètre	Sonde piezo + pluviomètre
GPMM_16	Canal Centre Crau	Commune d'Arles	Installation 05/09/2025	Sonde piezo
Galéjon GPMM	Galéjon	GPMM		Autosurveillance GPMM
Station GPMM	Canal d'Arles à Bouc	GPMM		Autosurveillance GPMM
Anti-Sel GPMM	Barrage anti-sel	GPMM		Autosurveillance GPMM

Figure II-4 : Tableau récapitulatif des points de mesures

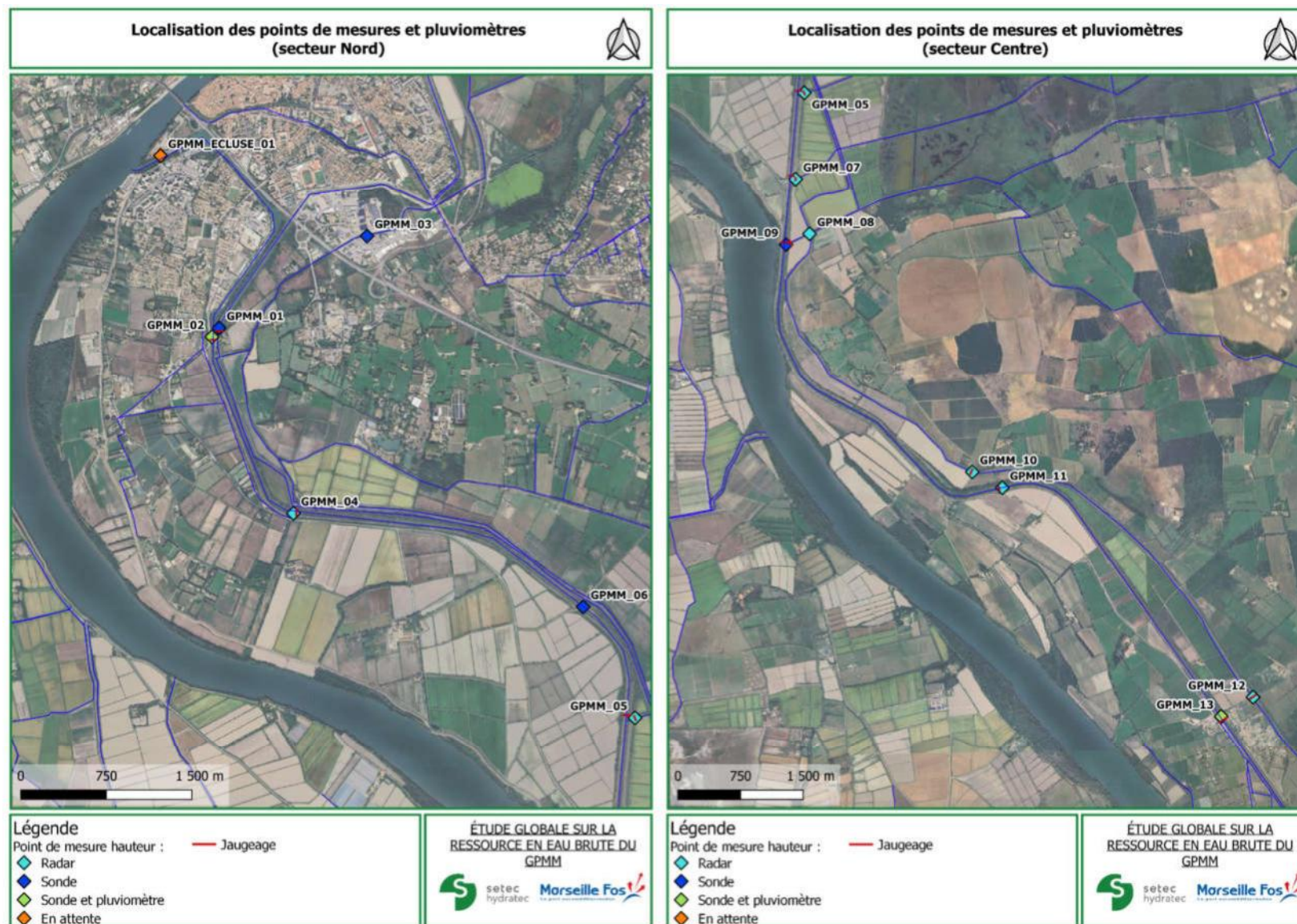


Figure II-5 : Localisation des points de mesures (secteurs Nord et Centre)

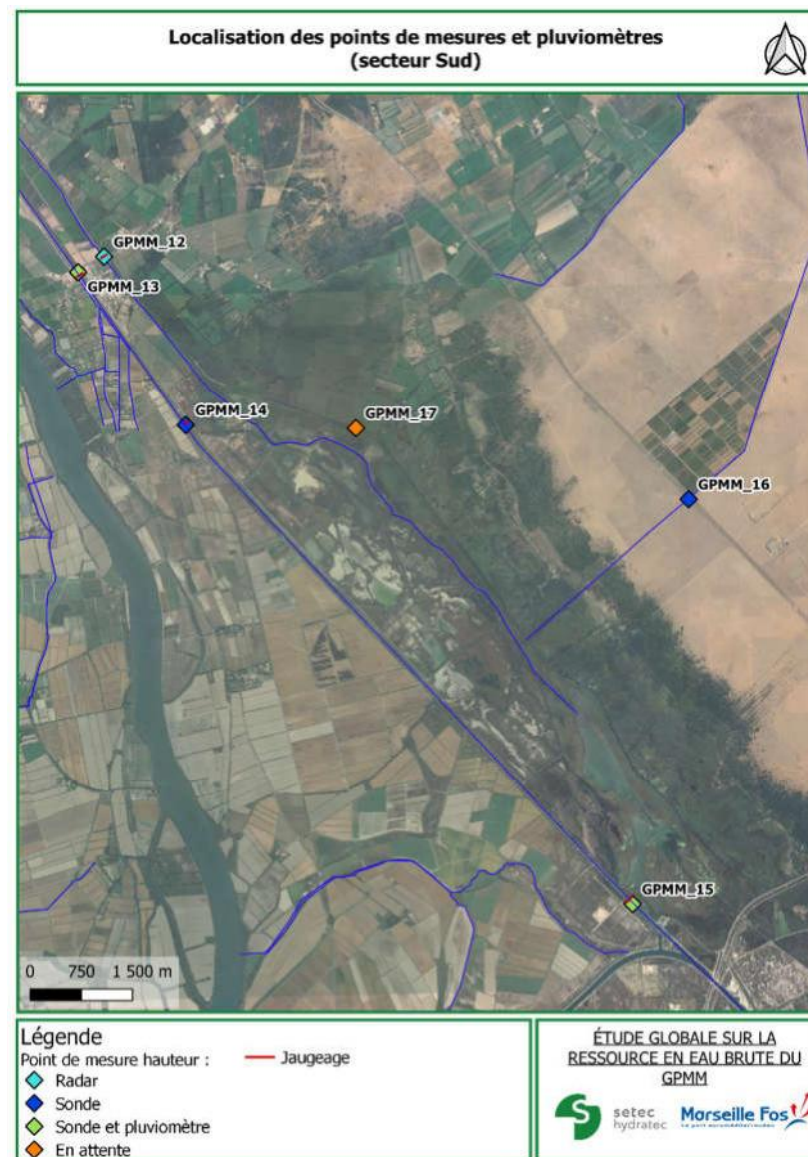


Figure II-6 : Localisation des points de mesures (secteur Sud)

III. MESURES

Les résultats sont présentés par trimestre :

- T1 : Septembre 2025 à Décembre 2025
- T2 : Décembre 2025 à Mars 2026

III. 1. Pluviométrie

La pluviométrie mesurée au droit des trois stations installées le long du canal d'Arles à Fos ainsi que les données de station météo France d'Istres sont présentées ci-dessous. Ces données sont comparées à la moyenne mensuelle des précipitations à la station d'Istres depuis 1950 et depuis 2020

Notons que la moyenne 2020-2024 est effectivement inférieure à la moyenne 1950-2024 sur presque tous les mois, ce qui indique une tendance récente plus sèche.

La pluviométrie mesurée sur la période septembre 2025 – mars 2026 présente une répartition mensuelle contrastée. Les mois de septembre et janvier affichent des cumuls proches des normales de la station Météo France d'Istres. Les mois d'octobre et novembre se situent en revanche nettement en dessous de ces normales, traduisant un automne particulièrement déficitaire. À l'inverse, les mois de décembre, février et mars enregistrent des cumuls excédentaires significatifs, atteignant environ le double des valeurs normales.

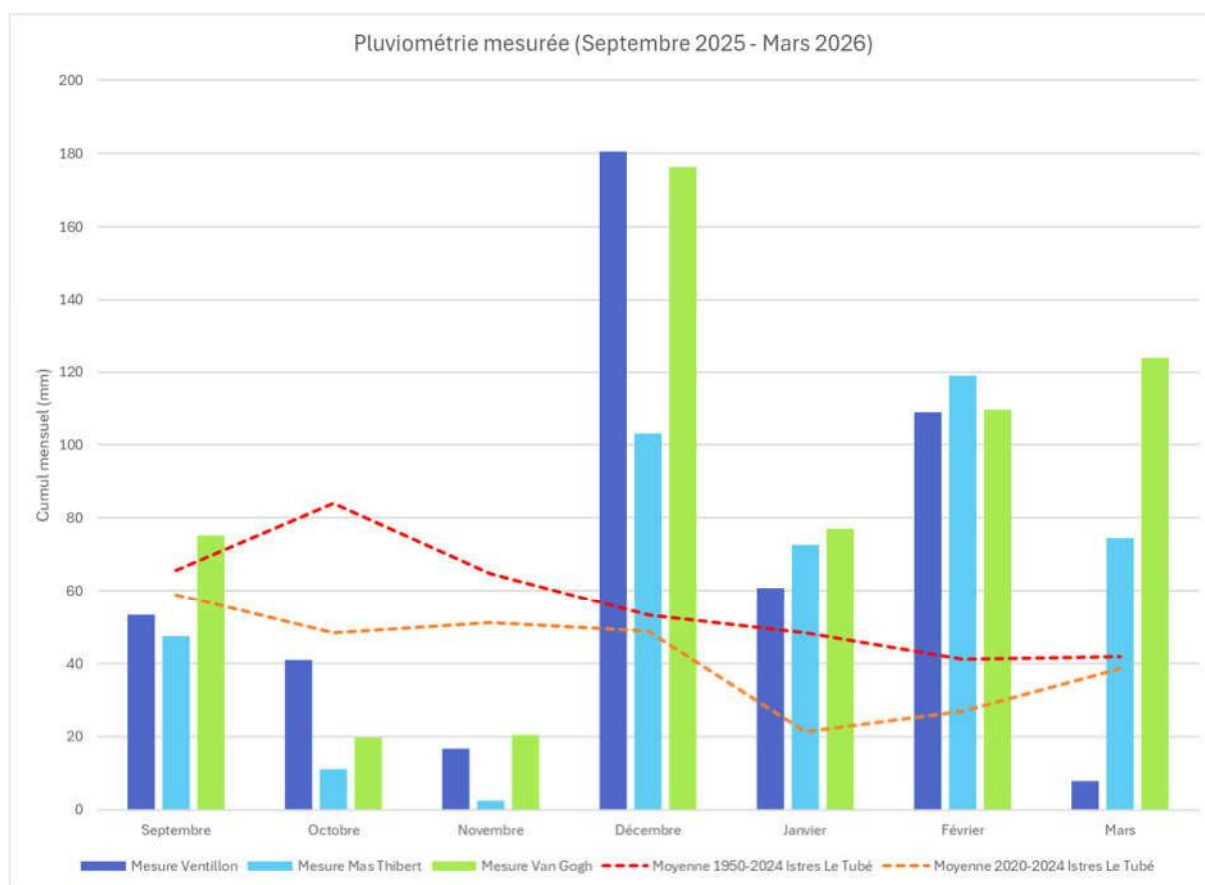


Figure III-1 : Cumul des précipitations mesurées de Septembre 2025 à Mars 2026 (setec hydratec, Météo France)

Les valeurs du graphique précédent sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Cumul mensuel (mm)	Mesure Ventillon	Mesure Mas Thibert	Mesure Van Gogh	Moyenne 1950-2024 Istres Le Tubé	Moyenne 2020-2024 Istres Le Tubé
Septembre	53	47	75	66	59
Octobre	41	11	20	84	48
Novembre	17	2	20	65	51
Décembre	181	103	176	53	49
Janvier	61	73	77	48	21
Février	109	119	110	41	27
Mars	8	75	124	42	39

III. 3. Jaugeages

Quatre campagnes de jaugeage ont été réalisées en date du 31/03/2026 (le dernier jaugeage a été interrompu par les mauvaises conditions météo : vents violents) :

- Campagne de juillet 2025 : 2 au 9 juillet 2025
- Campagne d'octobre 2025 : 17 au 30 octobre 2025
- Campagne de janvier 2026 : 29 janvier au 2 février 2026
- Campagne de février 2026 : 19 au 23 février 2026

Les résultats sont transmis en **Annexe A** et synthétisés dans les chapitres suivants.

III. 3. 1. Débits mesurés

Les débits mesurés lors des 4 premières campagnes sont synthétisés sur le graphique et le tableau suivants :

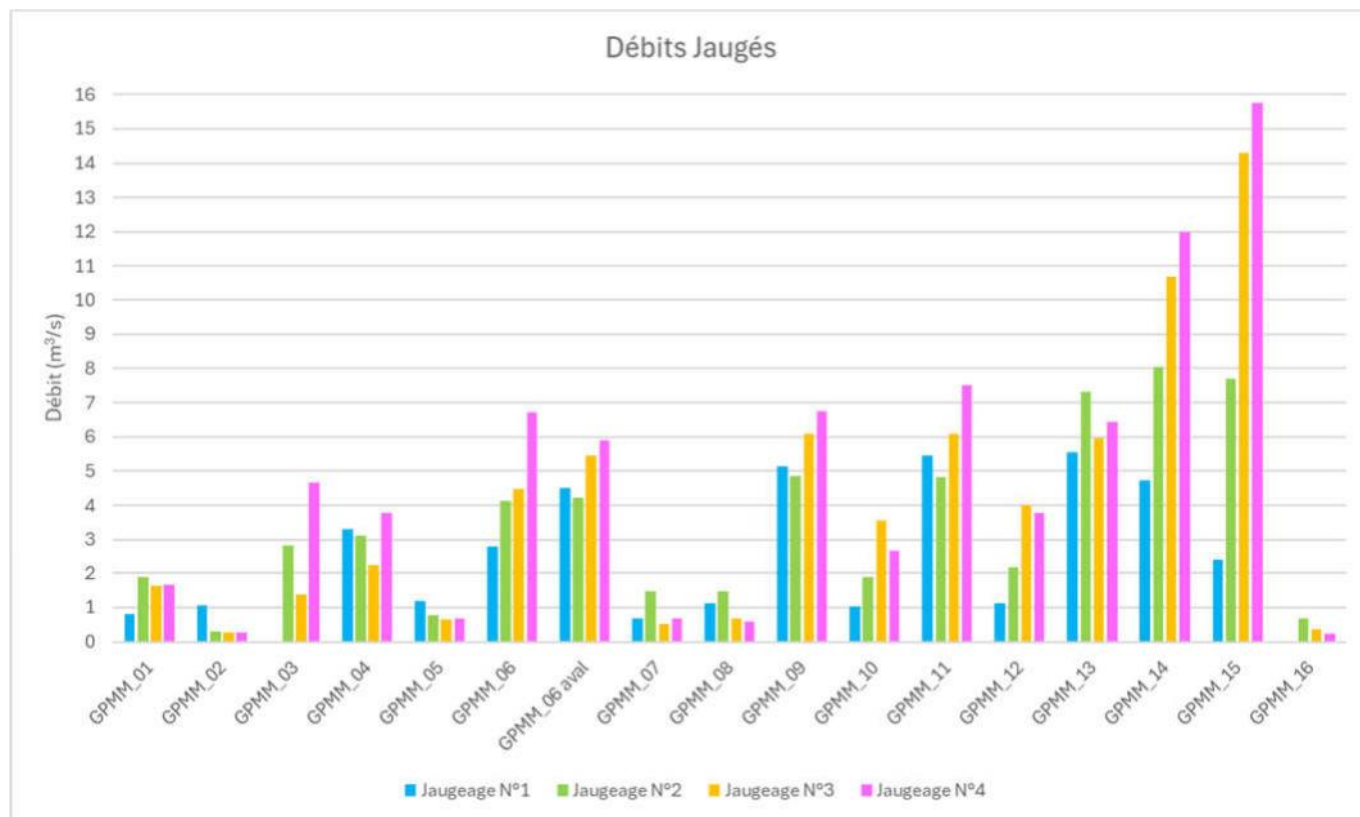


Figure III-2 : Débits jaugés (juillet 2025 à février 2026)

Sur ces 4 campagnes de jaugeage on peut noter :

- Une nette augmentation du débit en janvier - février sur les points :
 - Canal d'Arles à Fos : GPMM_06, GPMM_09, GPMM_11, GPMM_14, GPMM_15.
 - Vigueirat : GPMM_10 et GPMM_12.
 - Affluents : GPMM_03 (Vallée des Baux).

Cette augmentation est due au cumul pluviométrique relativement important sur le mois de février comparativement aux mois de juillet et octobre.

- Une relative baisse des débits en janvier - février par rapport aux valeurs de juillet – octobre :
 - Canal d'Arles à Fos : GPMM_02.
 - Affluents : GPMM_05, GPMM_08 et GPMM_16 (débit très faible depuis octobre 2025).

Point de mesure	Jaugeage N°1			Jaugeage N°2			Jaugeage N°3			Jaugeage N°4		
	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)	Date	Largeur section (m)	Mesure débit (m³/s)
GPMM_01	02/07/2025	15.6	0.811	24/10/2025	15.45	1.87	29/01/2026	13.5	1.62	19/02/2026	13.5	1.66
GPMM_02	04/07/2025	8	1.05	24/10/2025	8	0.31	29/01/2026	8	0.27	19/02/2026	8	0.26
GPMM_03	Non réalisé			30/10/2025	17.7	2.83	29/01/2026	14	1.36	19/02/2026	16	4.67
GPMM_04	04/07/2025	26.6	3.31	27/10/2025	26.33	3.12	29/01/2026	22	2.23	19/02/2026	24	3.78
GPMM_05	03/07/2025	5.4	1.18	17/10/2025	5.45	0.77	30/01/2026	5	0.66	20/02/2026	6	0.68
GPMM_06	04/07/2025	29.6	2.81	30/10/2025	25.5	4.14	30/01/2026	27	4.47	20/02/2026	30	6.71
GPMM_06 aval	03/07/2025	27.4	4.49	24/10/2025	29	4.21	30/01/2026	26	5.44	20/02/2026	26	5.9
GPMM_07	03/07/2025	4.9	0.69	24/10/2025	6.5	1.46	30/01/2026	5	0.52	20/02/2026	5	0.69
GPMM_08	07/07/2025	8.51	1.11	27/10/2025	8.54	1.46	30/01/2026	7	0.69	20/02/2026	6	0.57
GPMM_09	07/07/2025	24.2	5.13	27/10/2025	24.15	4.85	02/02/2026	22	6.09	20/02/2026	20	6.76
GPMM_10	02/07/2025	15.4	1.02	28/10/2025	13.7	1.87	02/02/2026	16	3.56	20/02/2026	16	2.66
GPMM_11	07/07/2025	26.8	5.45	28/10/2025	27.6	4.82	02/02/2026	26	6.1	23/02/2026	26	7.51
GPMM_12	02/07/2025	13.5	1.13	17/10/2025	14	2.15	02/02/2026	14	4.01	23/02/2026	12	3.78
GPMM_13	07/07/2025	23	5.55	21/10/2025	24.5	7.31	02/02/2026	26	5.96	23/02/2026	30	6.42
GPMM_14	09/07/2025	25	4.71	21/10/2025	24.7	8.03	03/02/2026	24	10.69	23/02/2026	22	12
GPMM_15	09/07/2025	25.8	2.4	28/10/2025	26.61	7.69	03/02/2026	22	14.29	23/02/2026	24	15.75
GPMM_16	Non réalisé			17/10/2025	3.67	0.67	03/02/2026	6	0.37	23/02/2026	6	0.25

Les débits jaugés sont également représentés sur les cartes pages suivantes.

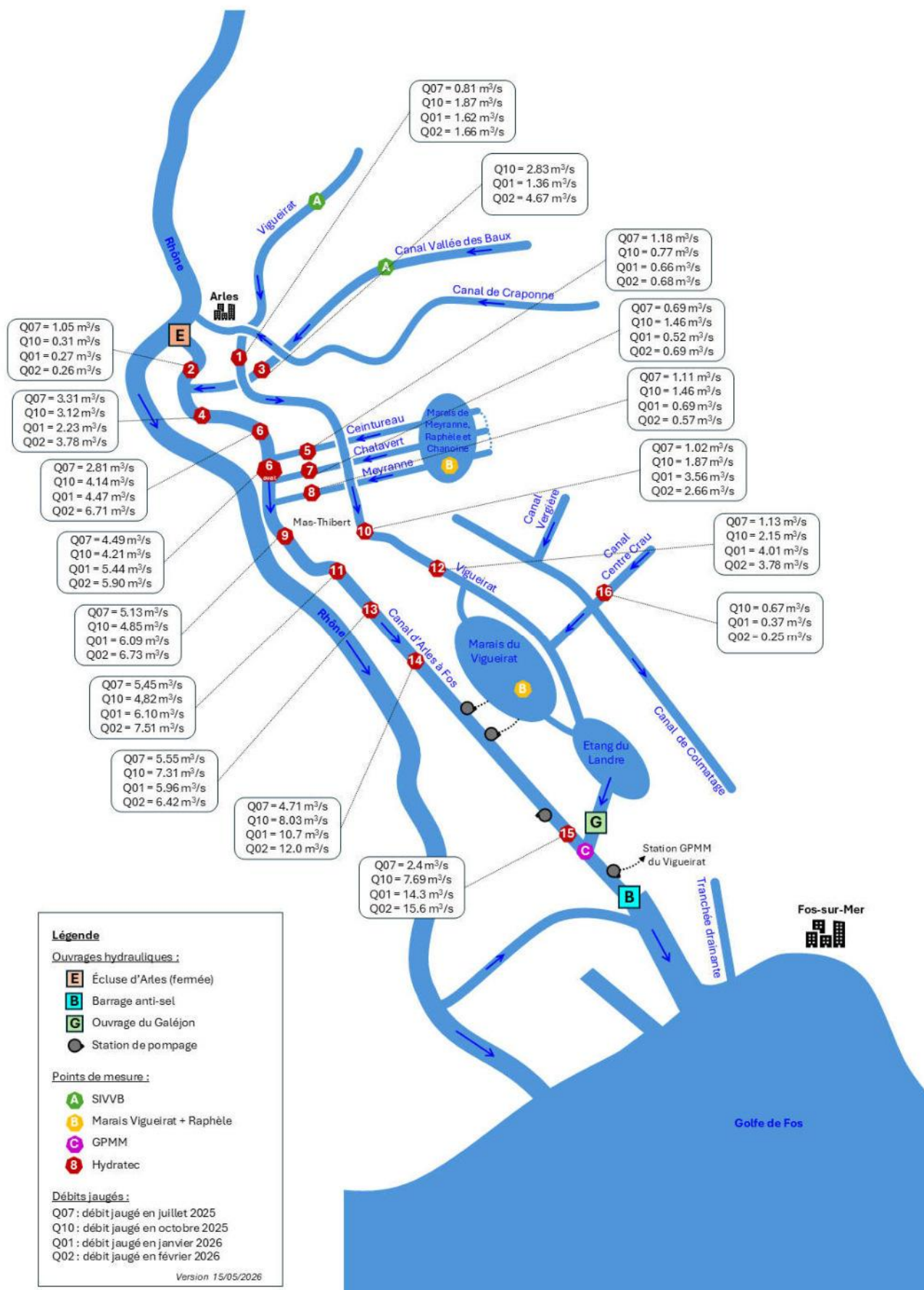


Figure III-3 : Schéma hydraulique du canal et affluents avec débits jaugés 4 campagnes

III. 3. 2. Profils en long

Les profils en long des niveaux d'eau sur le Vigueirat et sur le Canal d'Arles à Fos établis à partir des jaugeages de juillet 2025 à février 2026 sont présentés sur les graphiques suivants.

Ces profils en long permettent de noter les éléments suivants :

- Le profil en long de la ligne d'eau du canal d'Arles à Fos ne présente quasiment aucune pente,
- Le profil en long du Vigueirat (fond et ligne d'eau) présente une pente très faible de 0,04%,
- Le niveau d'eau moyen du Vigueirat est supérieur à celui du canal d'Arles à Fos :
 - + 60 à 70 cm en amont (points GPMM01 et 02)
 - + 10 à + 20 cm en aval (points GPMM 12 et 13)
- On constate une légère surélévation globale de la ligne d'eau sur le Canal d'Arles à Fos et sur le Vigueirat entre Juillet 2025 et Mars 2026.

Des données bathymétriques récentes permettraient de confirmer les profils en long de la cote de fond avec beaucoup plus de précisions.

Les profils en long du Vigueirat et du canal d'Arles à Fos mettent en avant une pente quasi-nulle.

Sur le canal d'Arles à Fos, des phénomènes de surcreusement sont observés liés notamment aux fortes précipitations et à la présence d'embâcles.

Ces éléments seront confrontés aux levés bathymétriques qui doivent être réalisés courant du deuxième trimestre 2026.

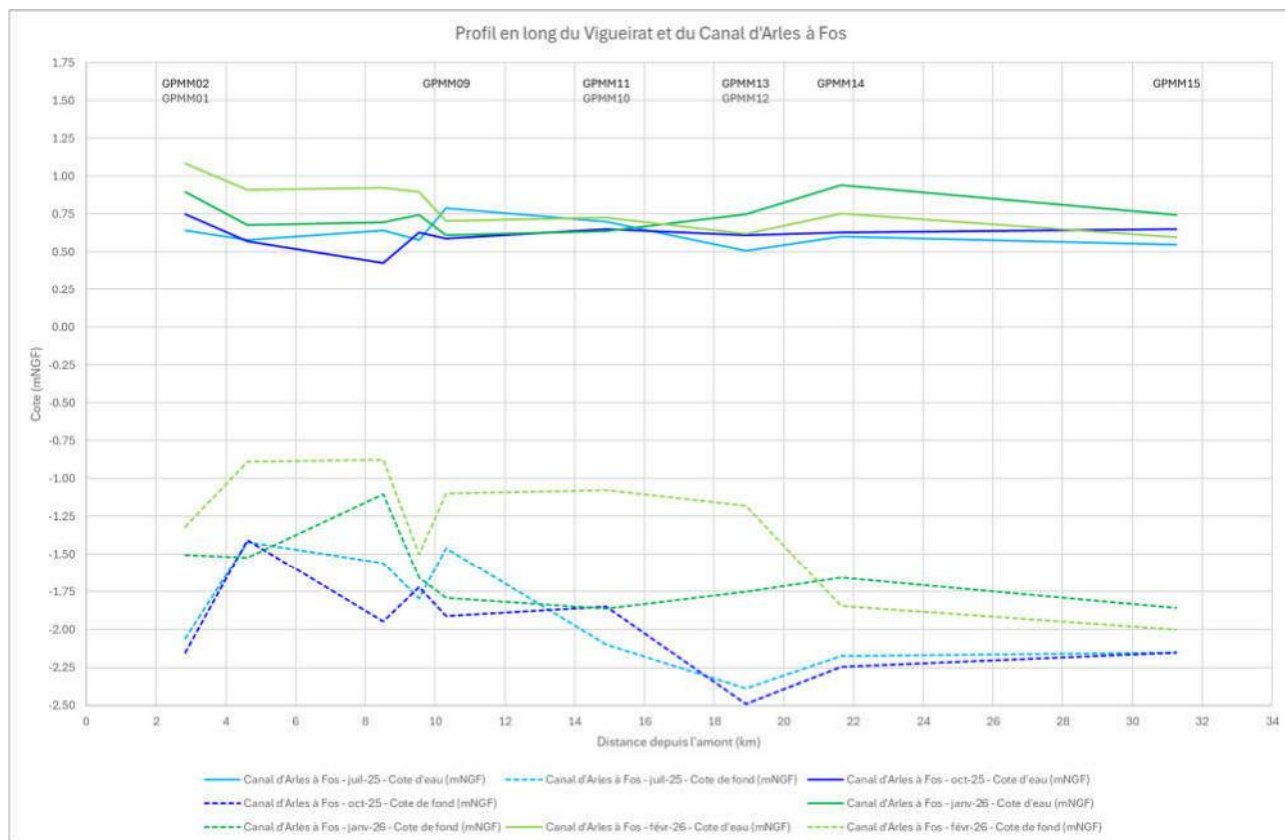


Figure III-4 : Profil en long du canal d'Arles à Fos

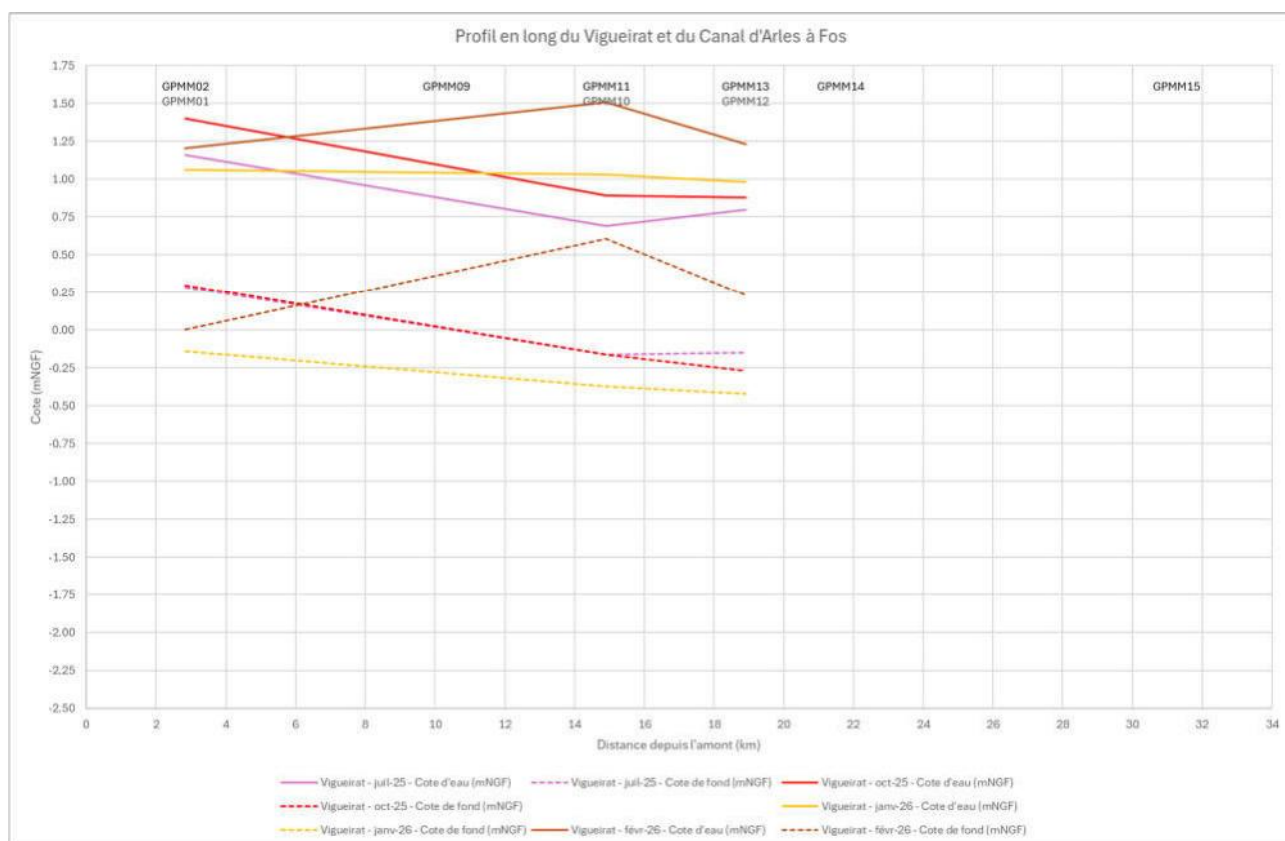


Figure III-5 : Profil en long du canal du Vigueirat

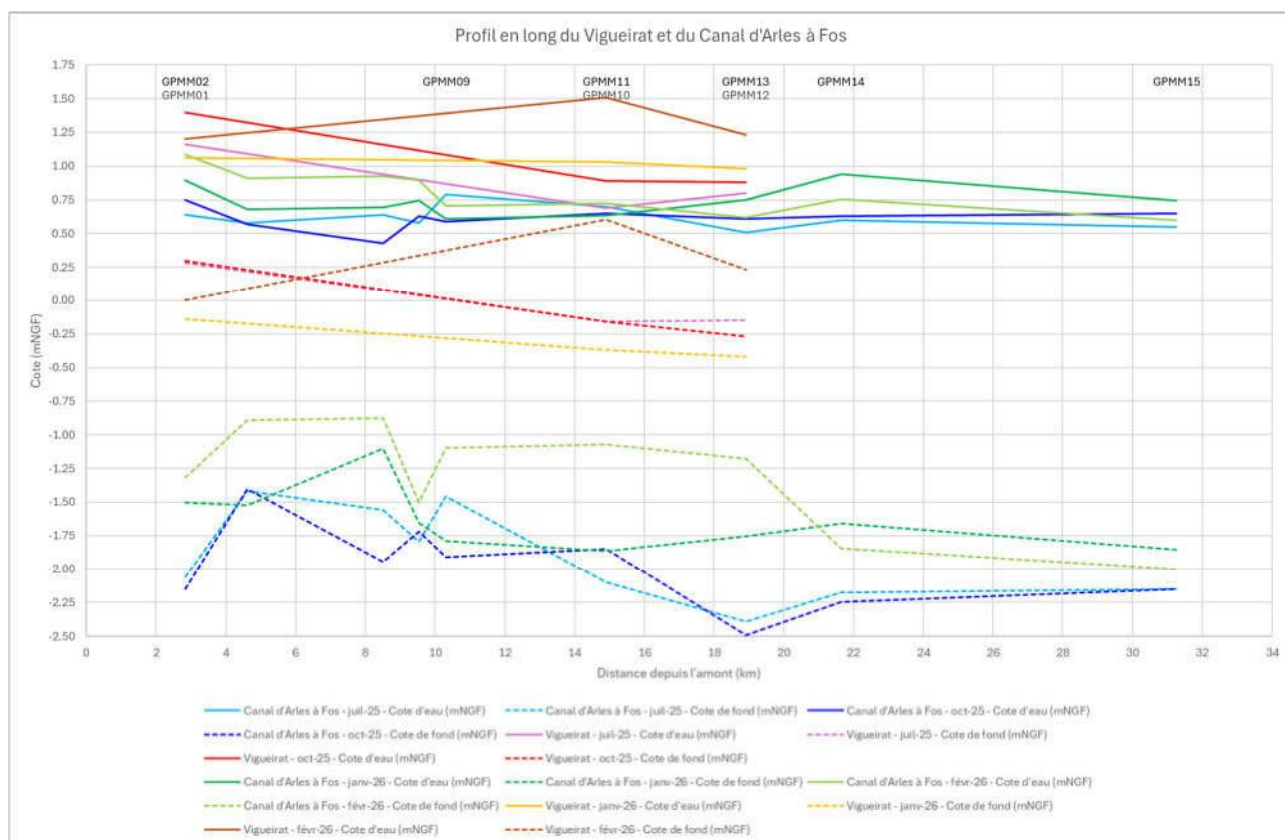


Figure III-6 : Profils en long comparés du Vigueirat et du canal d'Arles à Fos

III. 4. Mesures de hauteur T1

III. 4. 1. Points de mesures Hydratec

Les résultats de mesure de septembre 2025 à novembre 2025 sont présentés sur les graphiques suivants .

Le niveau du canal d'Arles à Fos suit les variations du niveau marin jusqu'à 30 km en amont du barrage anti-sel (Pont Van Gogh). Les canaux du Vigueirat, de la vallée des Beaux et du centre Crau ne sont pas soumis à ces variations.

La recharge naturelle par les précipitations constitue un apport fondamental que l'on retrouve sur les chroniques mesurées avec des pics de niveaux lors d'épisodes pluvieux. D'après la bibliographie, cet effet n'est pas marquée en hiver, période de basses eaux du système Crau (absence d'irrigation). Toutefois, l'hiver 2025-2026 constitue une exception notable : les épisodes de précipitations intenses de décembre, février et mars ont engendré de fortes variations des niveaux des canaux.

L'irrigation gravitaire constitue le second apport significatif du système principalement en période estivale. Du fait des apports pluviométriques important de ces derniers mois, il est difficile d'observer ces apports sur les chroniques actuelles.

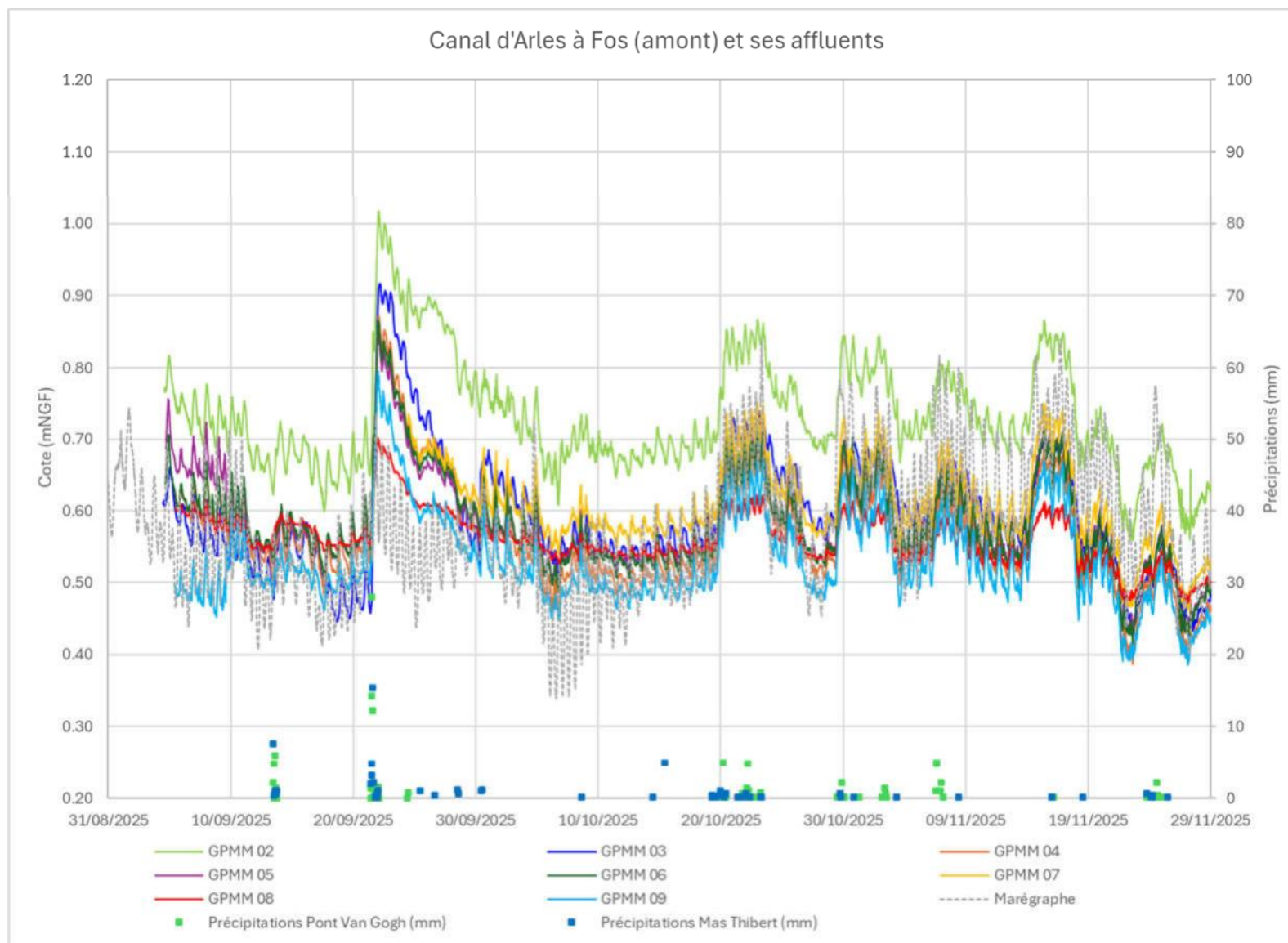


Figure III-7 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert

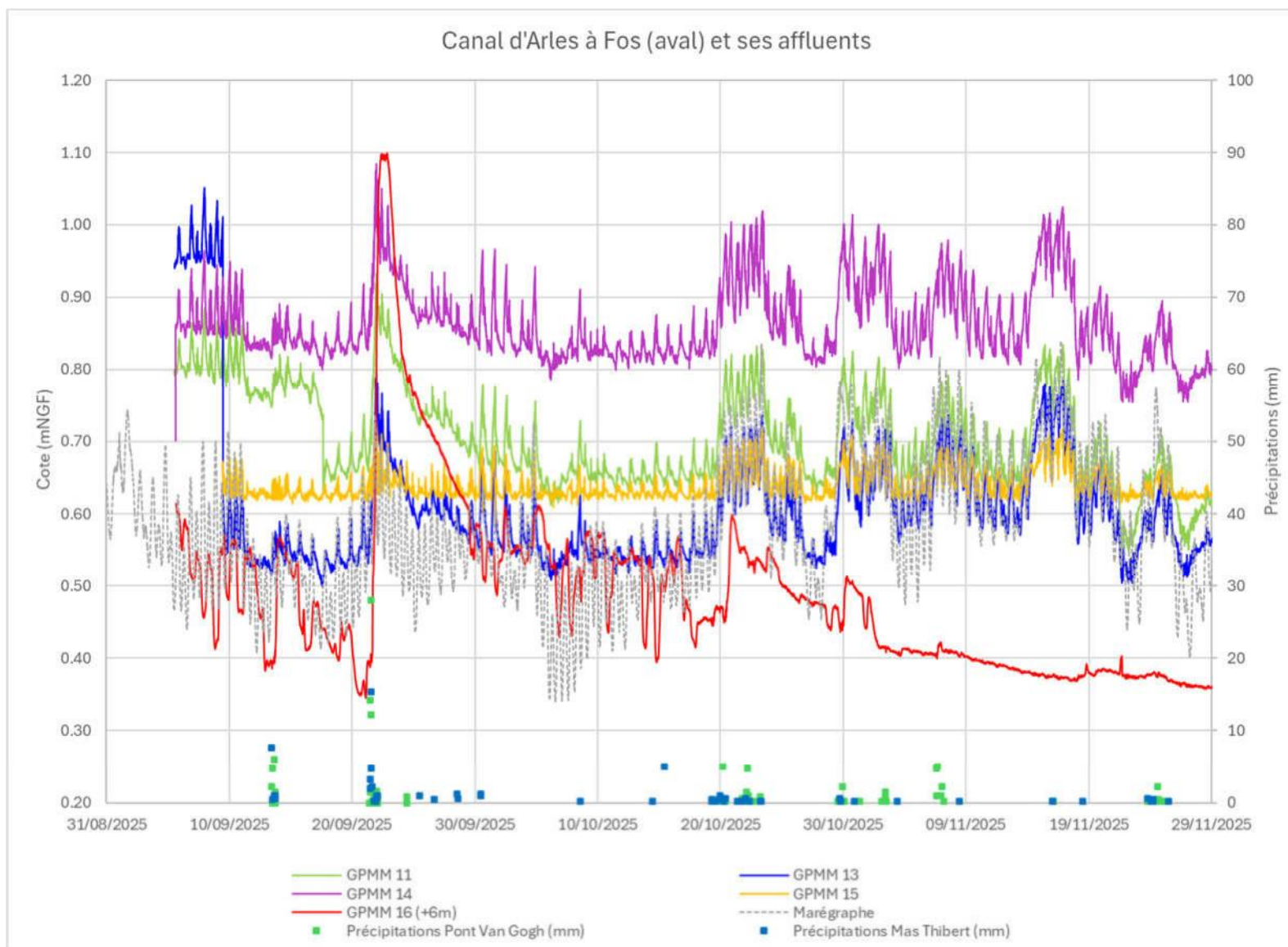


Figure III-8 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en aval de Mas Thibert

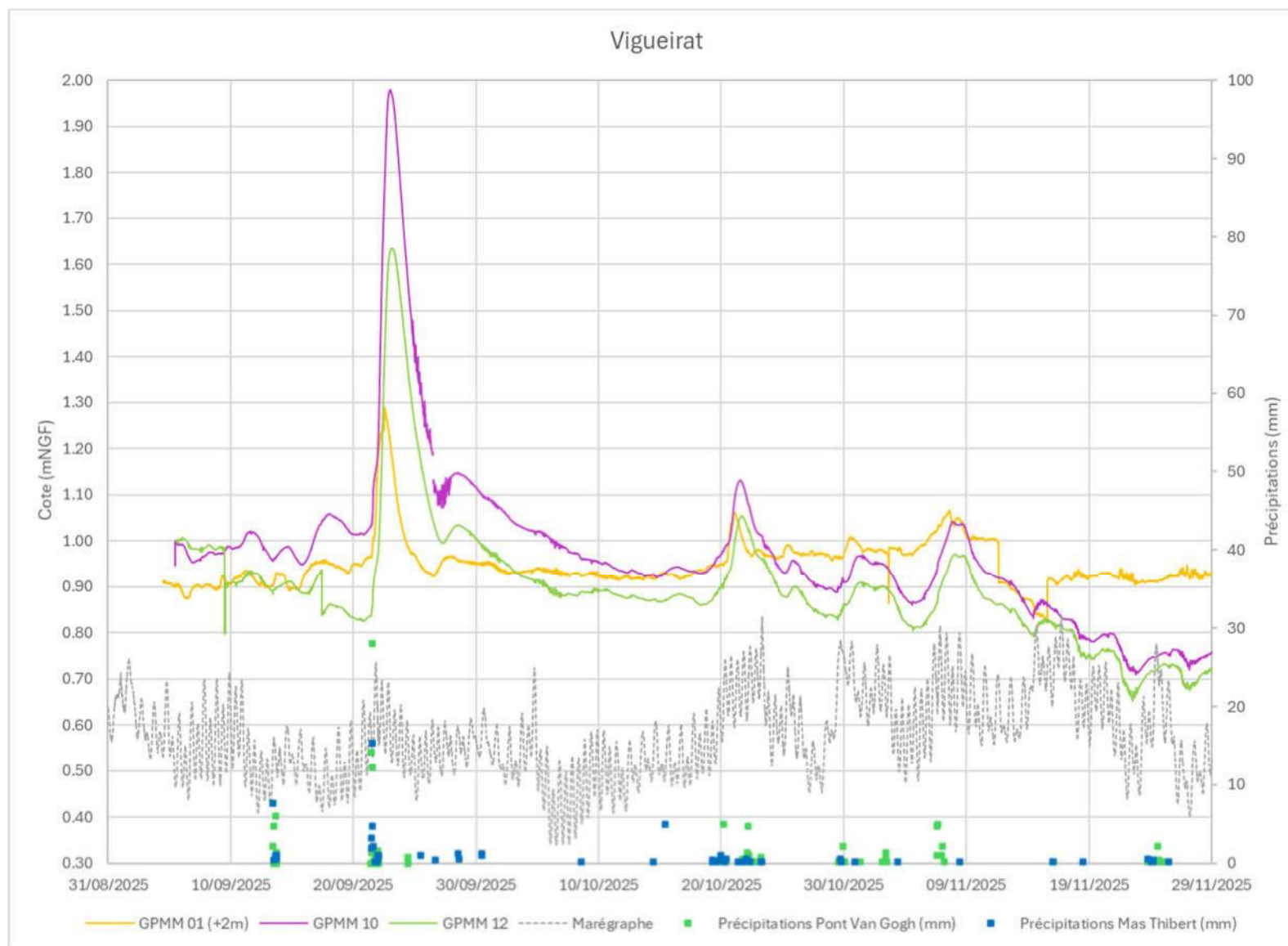


Figure III-9 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat

Le niveau du canal d'Arles à Fos suit le niveau marin ce qui n'est pas le cas du Vigueirat (GPMM01, 10 et 12) et du Canal centre Crau (GPMM16).

Ainsi les variations journalières du niveau marin en aval du barrage anti-sel peuvent être mesurées jusqu'au point GPMM02, soit 30 km en amont. L'amplitude de variation est de 5 cm environ au niveau du point GPMM02 contre 15cm environ au niveau du marégraphe.

En cas d'évènement les variations journalières dues au niveau marin viennent se superposer avec la surélévation due aux apports hydrologiques dans le canal.

L'évènement pluvieux du 21 septembre a généré une sur élévation des niveaux sur l'ensemble du secteur d'étude :

- Sur le Canal d'Arles à Fos :
 - Amont Mas Thibert : entre +20 et +60 cm
 - Aval Mas Thibert : entre +5 et +10 cm
- Sur le Vigueirat : entre +80 cm (GPMM_12) en aval et + 2 m (environ) en amont (GPMM_01)
- Sur le Canal centre Crau : +70 cm environ (GPMM_16)

Remarque :

L'évènement pluvieux du 21 septembre a également généré une modification du fond assez importante au point GPMM10. Des embâcles ont bloqué entièrement les travées gauche et droite du pont sur lequel est fixé la sonde, laissant uniquement la voûte centrale libre, ce qui a causé un surcreusement du fond sur l'axe central du canal. Les fonds sont en train de se stabiliser et de se rééquilibrer suite à l'enlèvement des embâcles. La transmission des données n'a pas été interrompue car l'appareil de mesure est fixé sur l'axe central. Mais la section de jaugeage a été modifiée.



Figure III-10 : Point de mesure GPMM10 - Embâcles visibles suite à l'évènement du 21 septembre 2025

III. 4. 1. Points de mesures GPMM

Les données de mesures fournies par le GPMM sur le premier trimestre à la station de pompage sont présentées sur les graphiques ci-après.

On constate que globalement, le niveau du canal suit le niveau marin avec un niveau minimum observé de +0.40 mNGF.

En période de temps sec, l'amplitude de variation du niveau du canal est d'environ 5 cm lorsque le niveau moyen marin avoisine +0.20 mNGF et l'amplitude de variation du niveau dans le canal augmente à 15 cm lorsque le niveau moyen marin est plutôt autour de + 0.30 mNGF. Lors d'épisodes pluvieux importants, cette amplitude journalière peut dépasser 20 cm, comme observé à la suite de l'épisode du 21 septembre 2025.

Dans la partie aval, le niveau du canal est contraint par le niveau marin et la gestion des ouvrages hydrauliques :

- Les vannes latérales sont restées majoritairement fermées sauf lors d'épisodes de crue, notamment : fin septembre, fin octobre et fin novembre 2025.
- Le clapet central est resté ouvert 69 % sur plus de 73% du temps durant le premier trimestre de mesure, ce qui suggère une marge de manœuvre importante pour faire face à une augmentation des prélèvements qui nécessitera un abaissement du clapet plus important pour maintenir les niveau conforme aux seuils réglementaires.

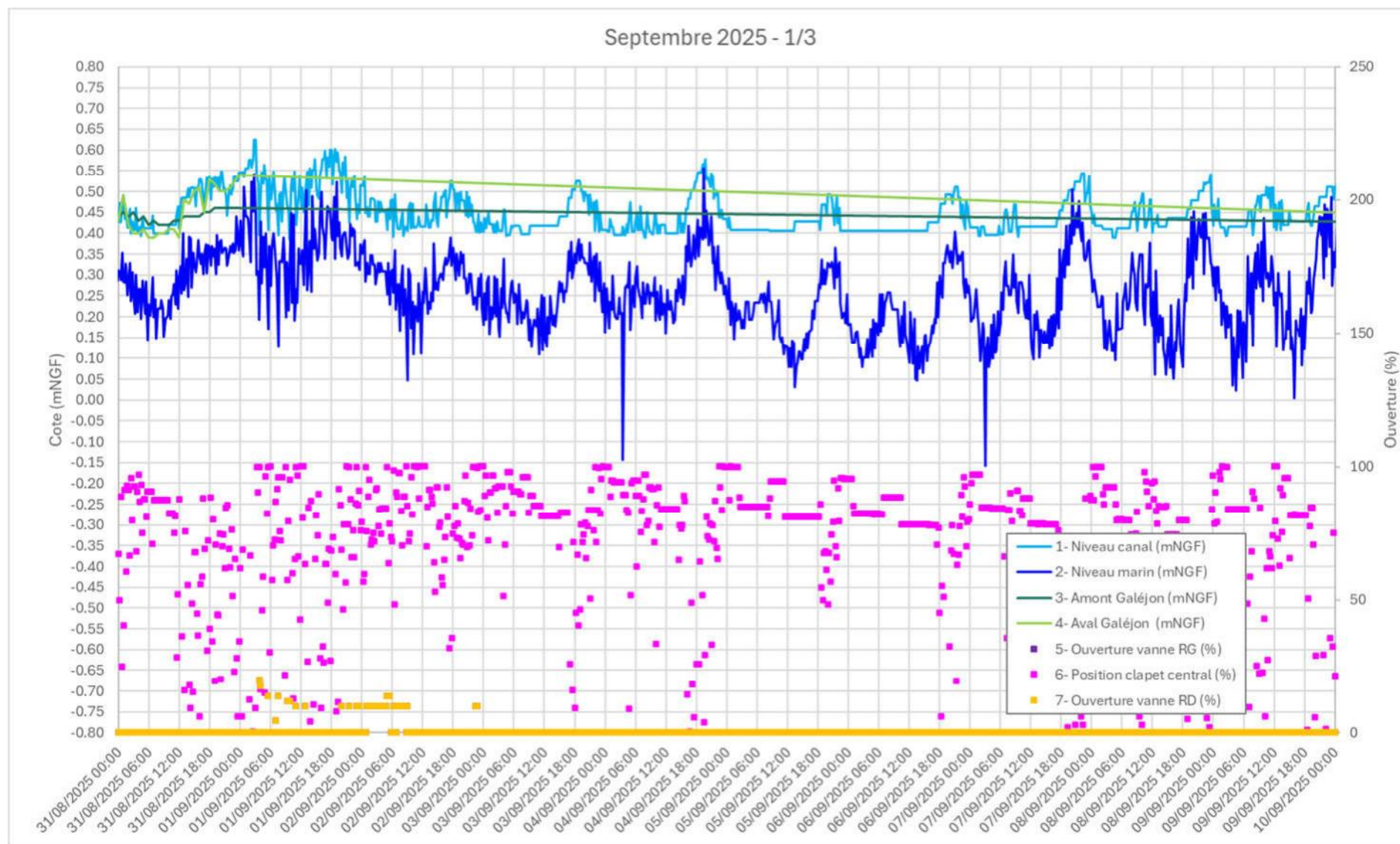


Figure III-11 : Hauteurs à la station du Vigieirat et ouverture des vannes du BAS (1^{er} au 10 septembre 2025)

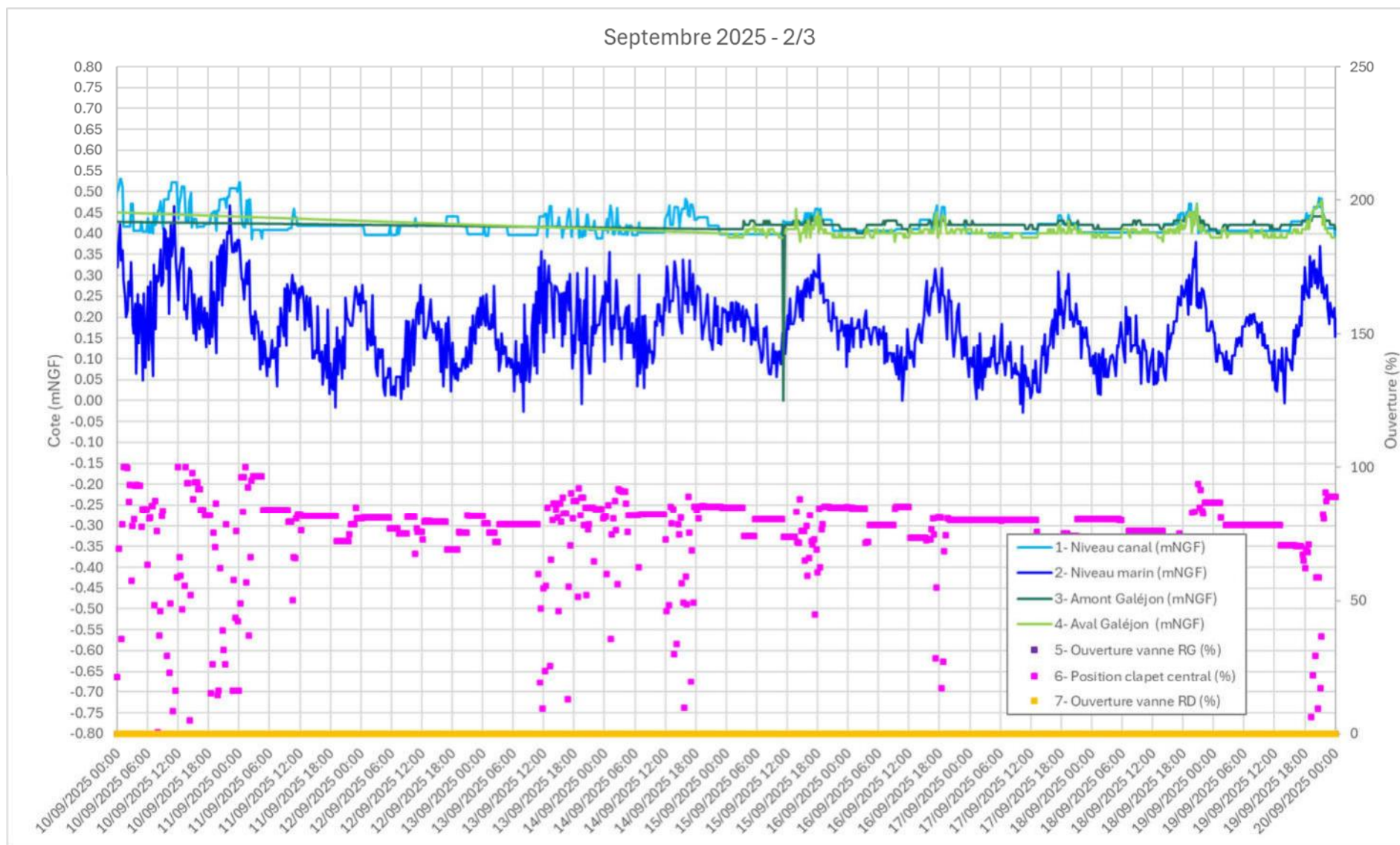


Figure III-12 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 septembre 2025)

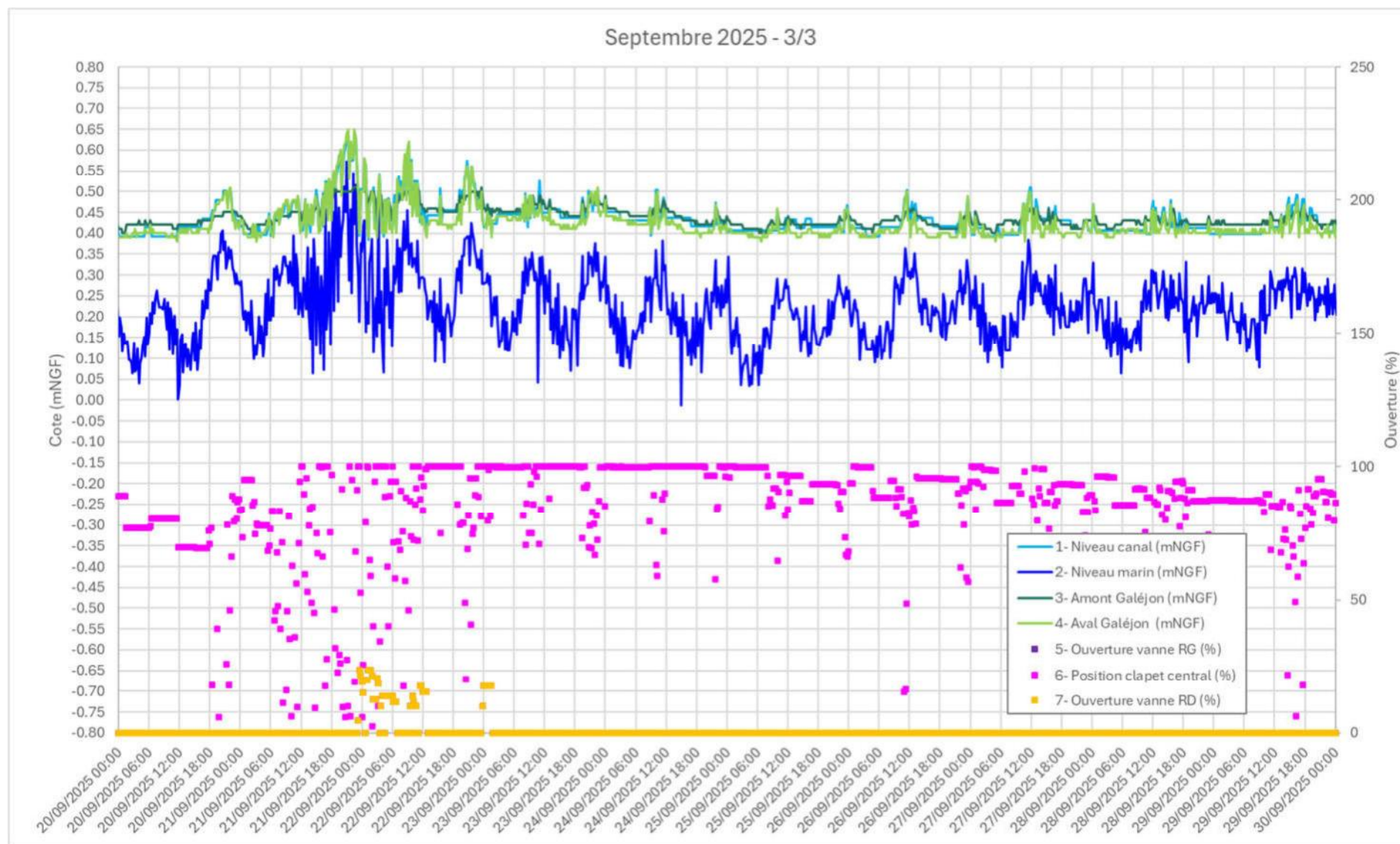


Figure III-13 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 30 septembre 2025)

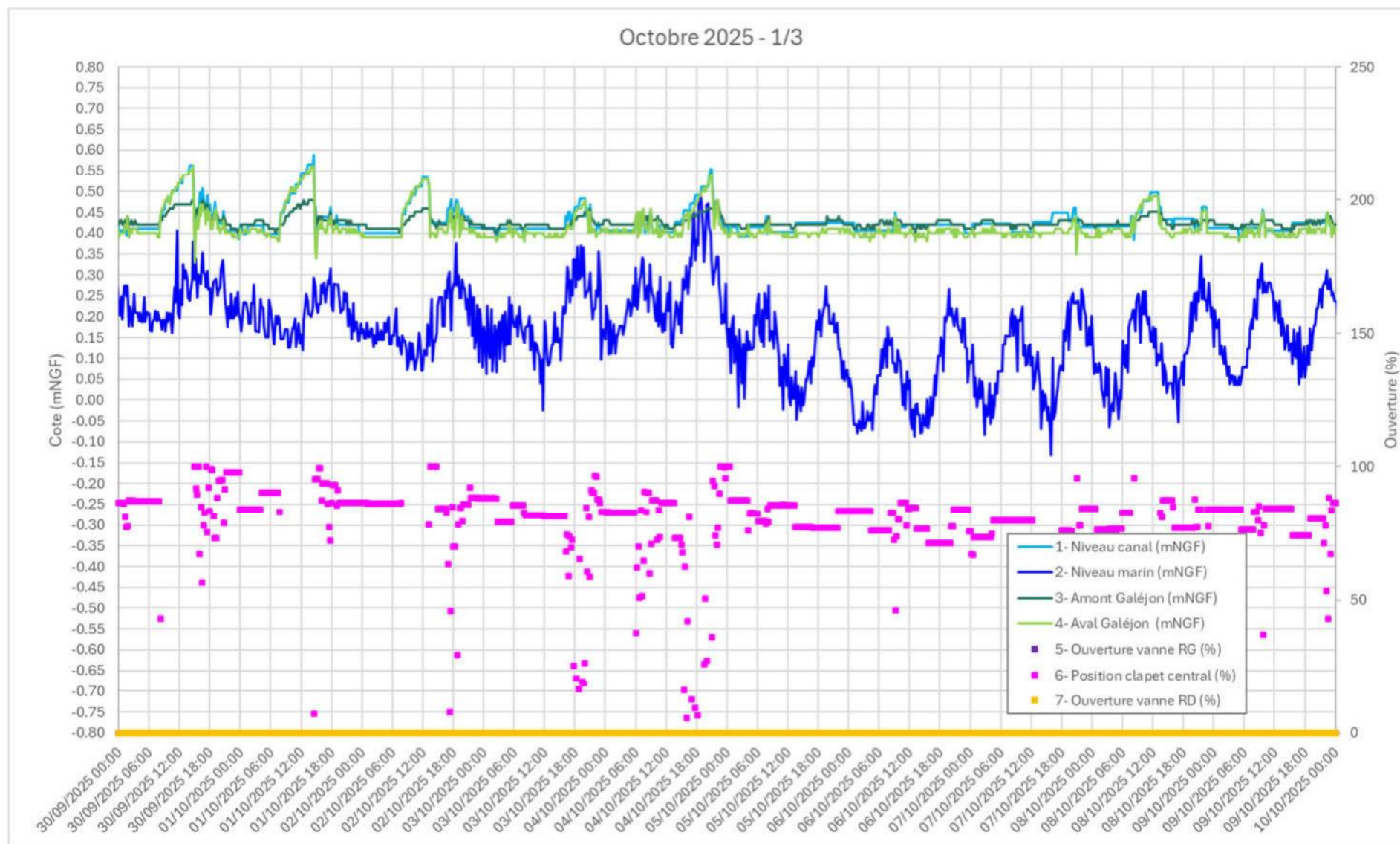


Figure III-14 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1^{er} au 10 octobre 2025)

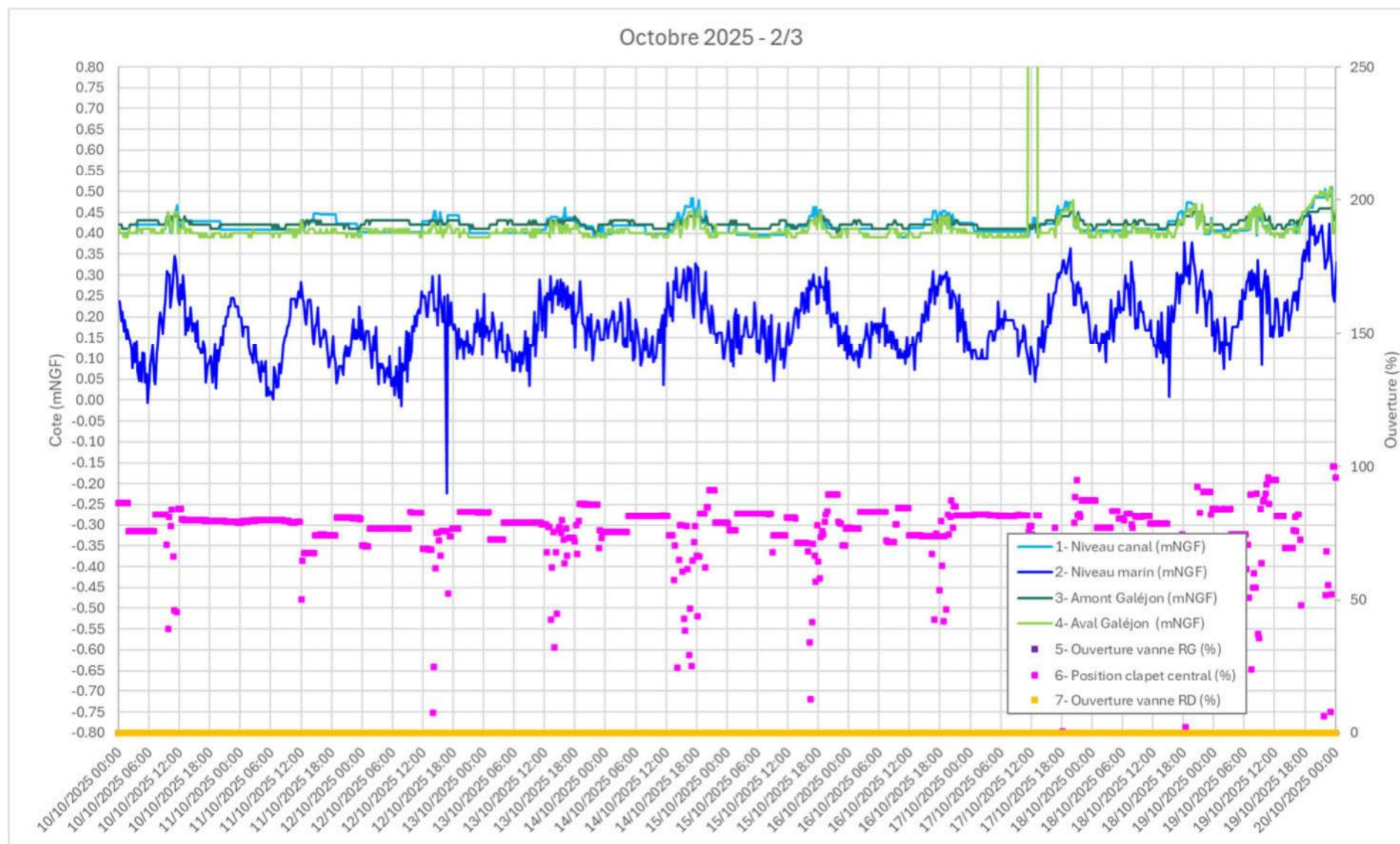


Figure III-15 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 20 octobre 2025)

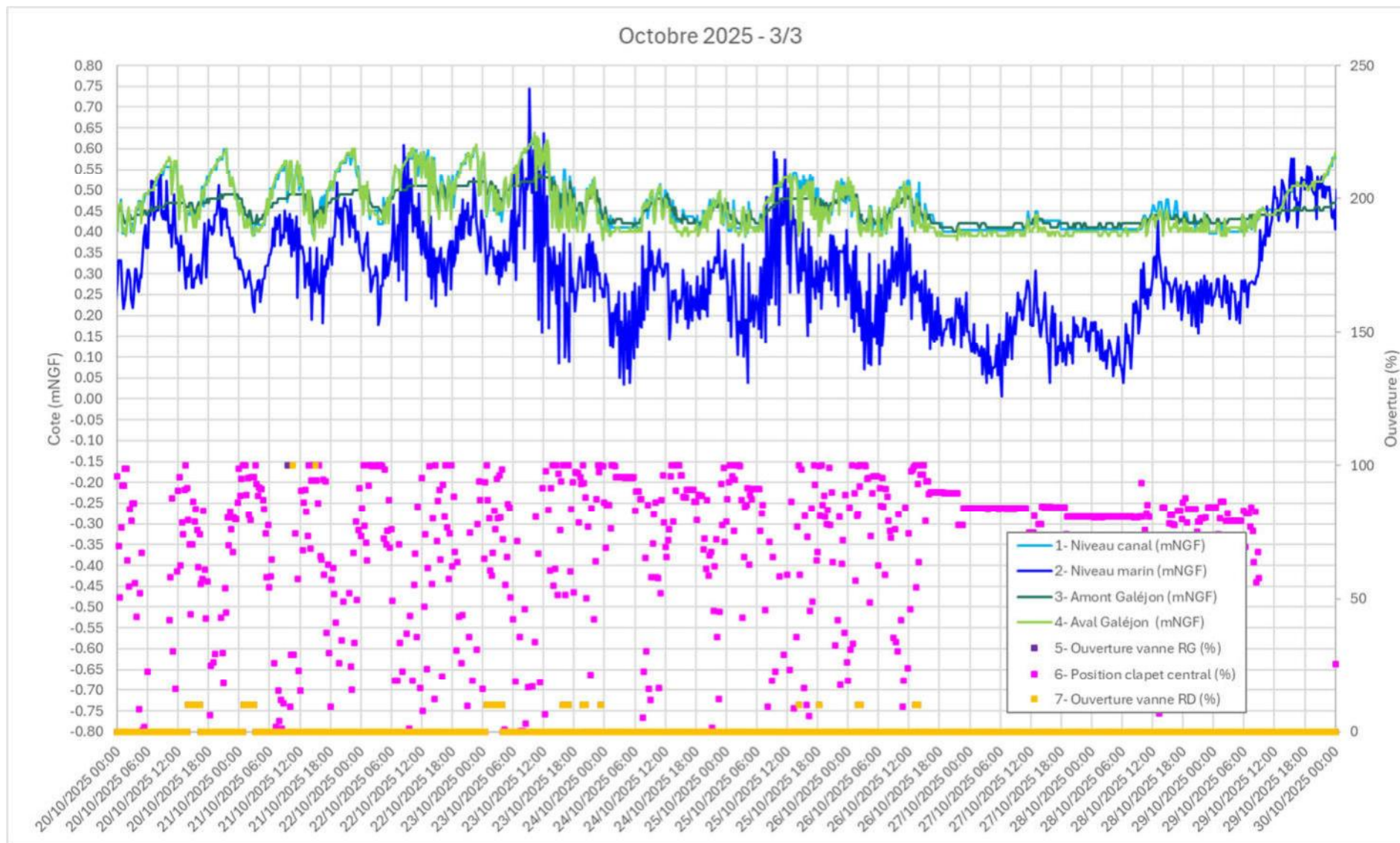


Figure III-16 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (20 au 31 octobre 2025)

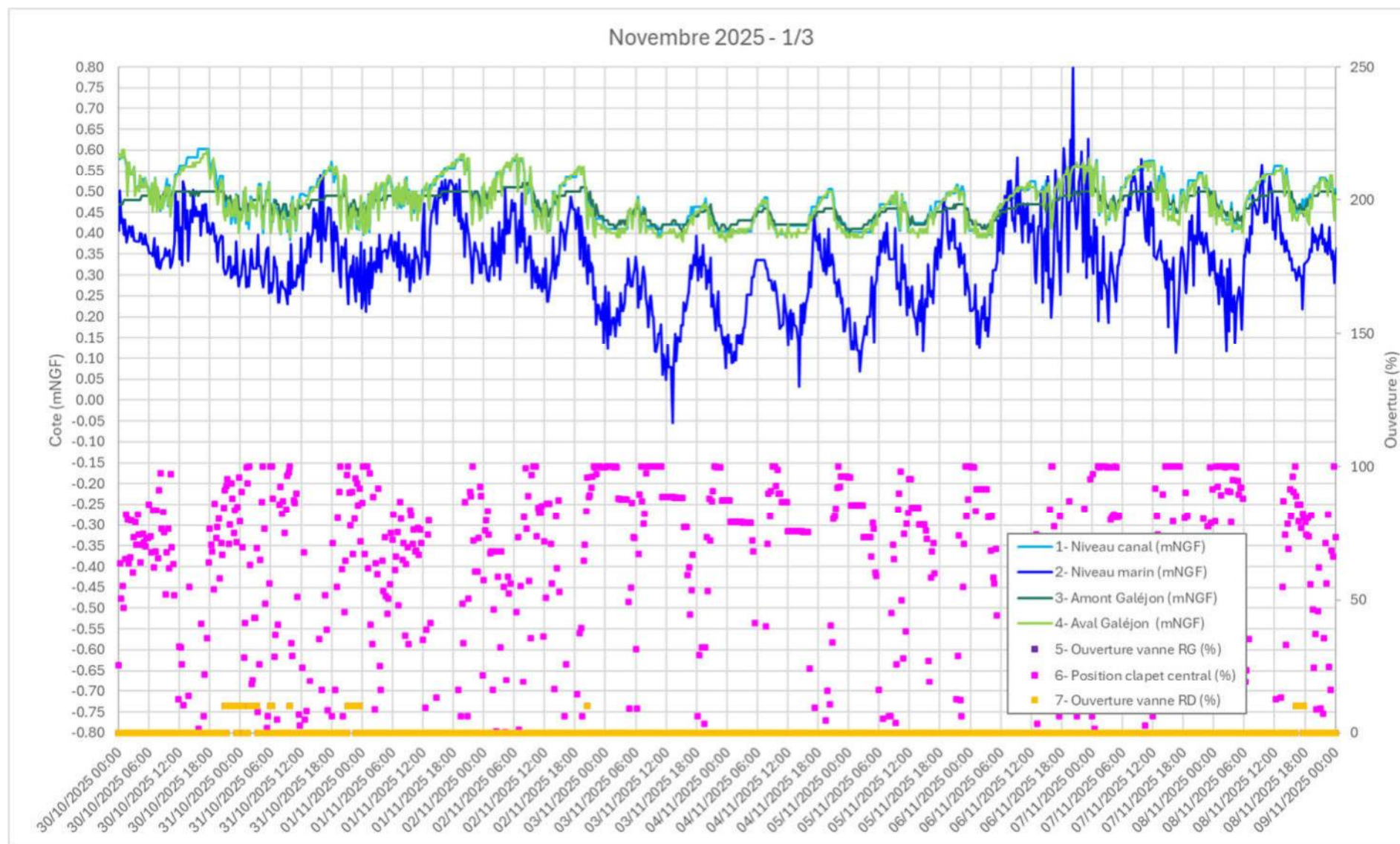


Figure III-17 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (1^{er} au 10 novembre 2025)

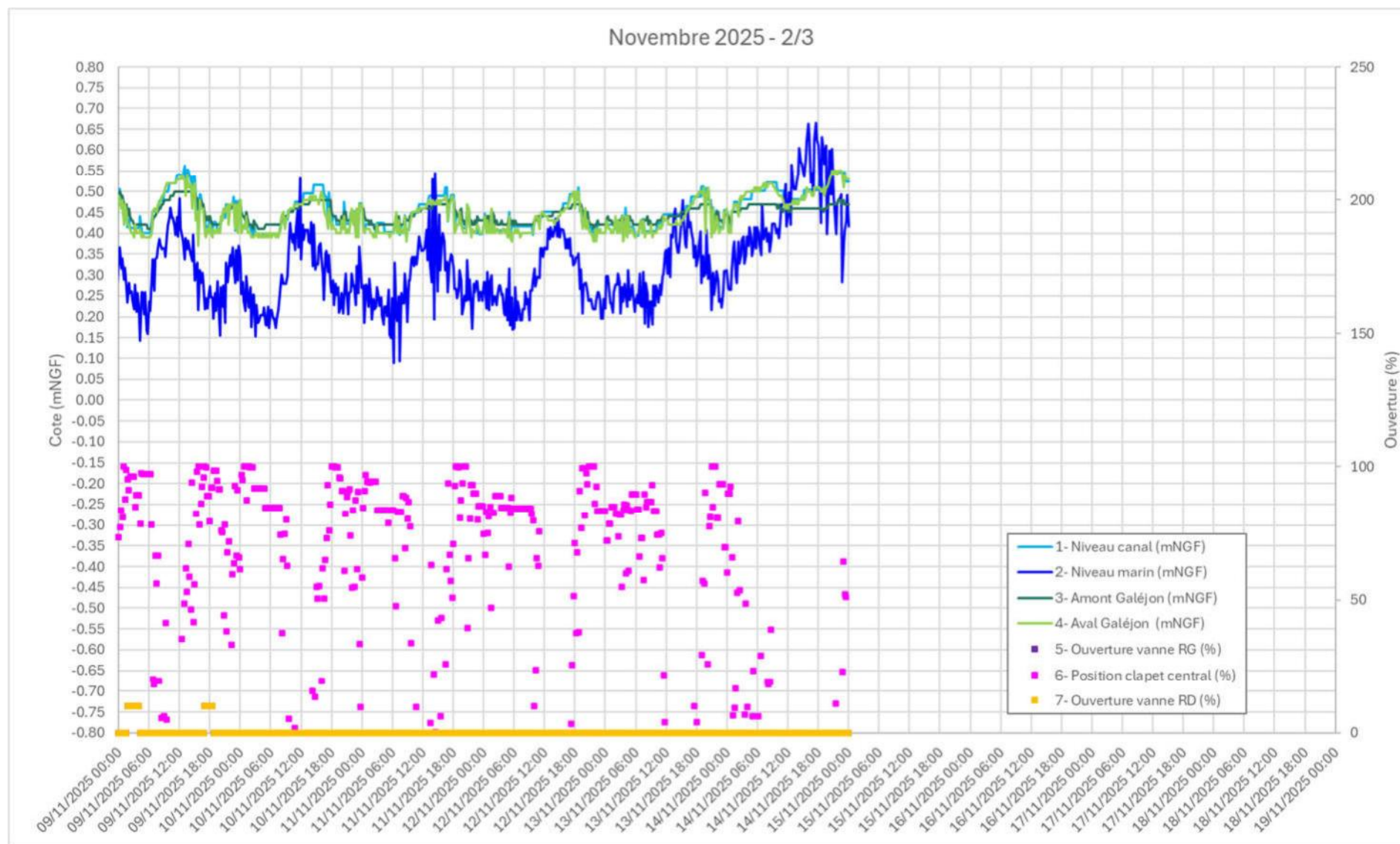


Figure III-18 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS (10 au 15 novembre 2025)

III. 4. 2. Moyennes mensuelles

Le tableau ci-dessous et les cartes pages suivantes donnent les niveaux moyens mesurés sur chaque mois :

Niveaux moyen mensuels (mNGF)				
Id	Emplacement	Sept. 2025	Oct. 2025	Nov. 2025 (partiel)
GPMM_03	Canal Vallée Baux	0.61	0.59	0.58
GPMM_02	Canal Arles à Fos	0.76	0.71	0.71
GPMM_04	Canal Arles à Fos	0.61	0.54	0.54
GPMM_06	Canal Arles à Fos	0.62	0.56	0.56
GPMM_05	Affluent	0.61	0.56	0.56
GPMM_07	Affluent	/	0.60	0.60
GPMM_08	Affluent	0.59	0.55	0.54
GPMM_09	Canal Arles à Fos	0.56	0.51	0.52
GPMM_11	Canal Arles à Fos	0.75	0.67	0.68
GPMM_13	Canal Arles à Fos	0.58	0.56	0.62
GPMM_14	Canal Arles à Fos	0.87	0.84	0.86
GPMM_15	Canal Arles à Fos	0.55	0.55	0.39
AM_GAL	Amont Galéjon	0.43	0.44	0.46
AV_GAL	Aval Galéjon	0.42	0.43	0.46
AM_BAS	Amont BAS	0.43	0.44	0.46
AV_BAS	Aval BAS	0.22	0.22	0.32
GPMM_16	Centre Crau	6.58	6.52	6.39
GPMM_01	Vigueirat	2.96	2.94	2.94
GPMM_10	Vigueirat	1.13	0.97	0.85
GPMM_12	Vigueirat	1.00	0.90	0.80

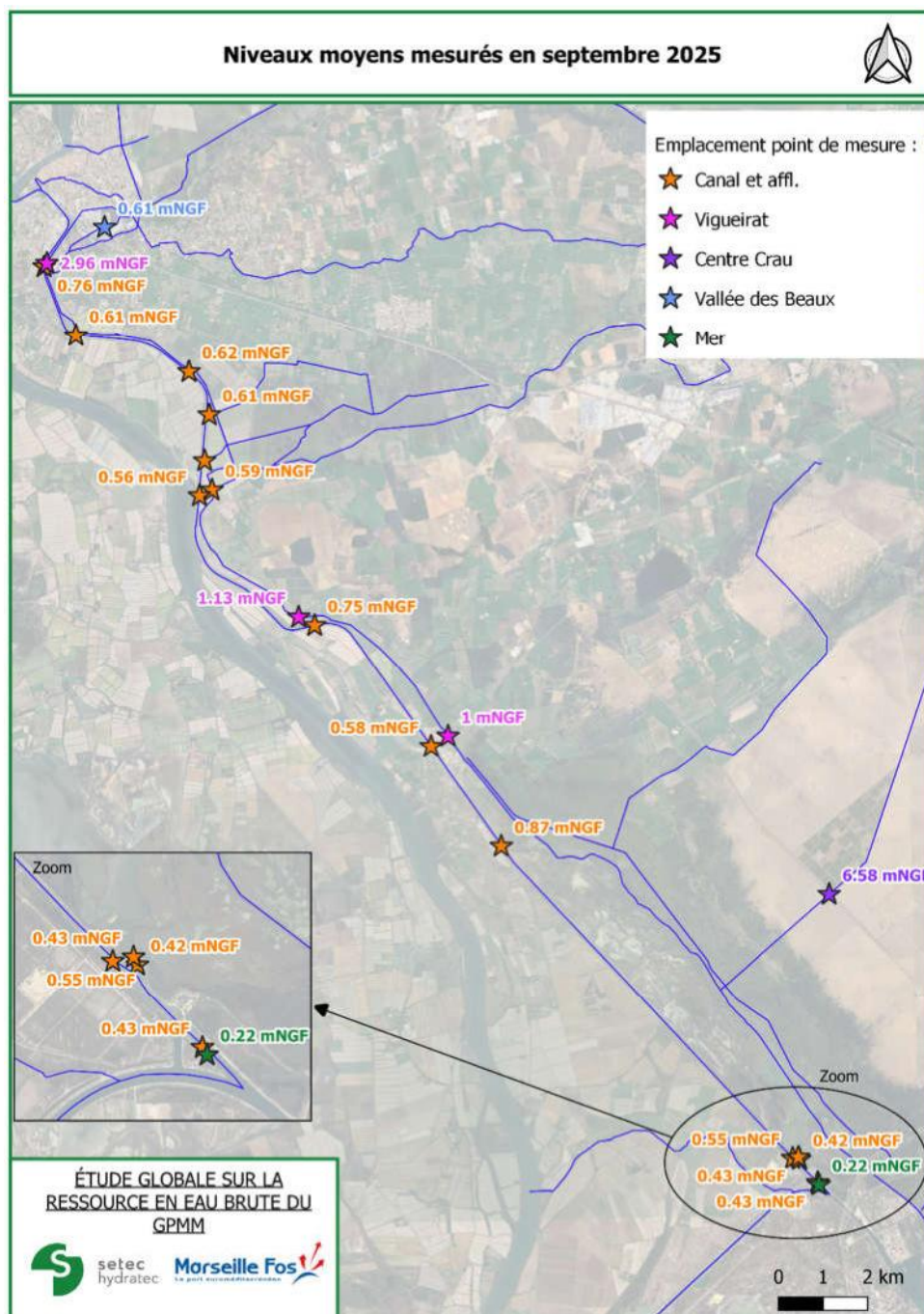


Figure III-19 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Septembre 2025)

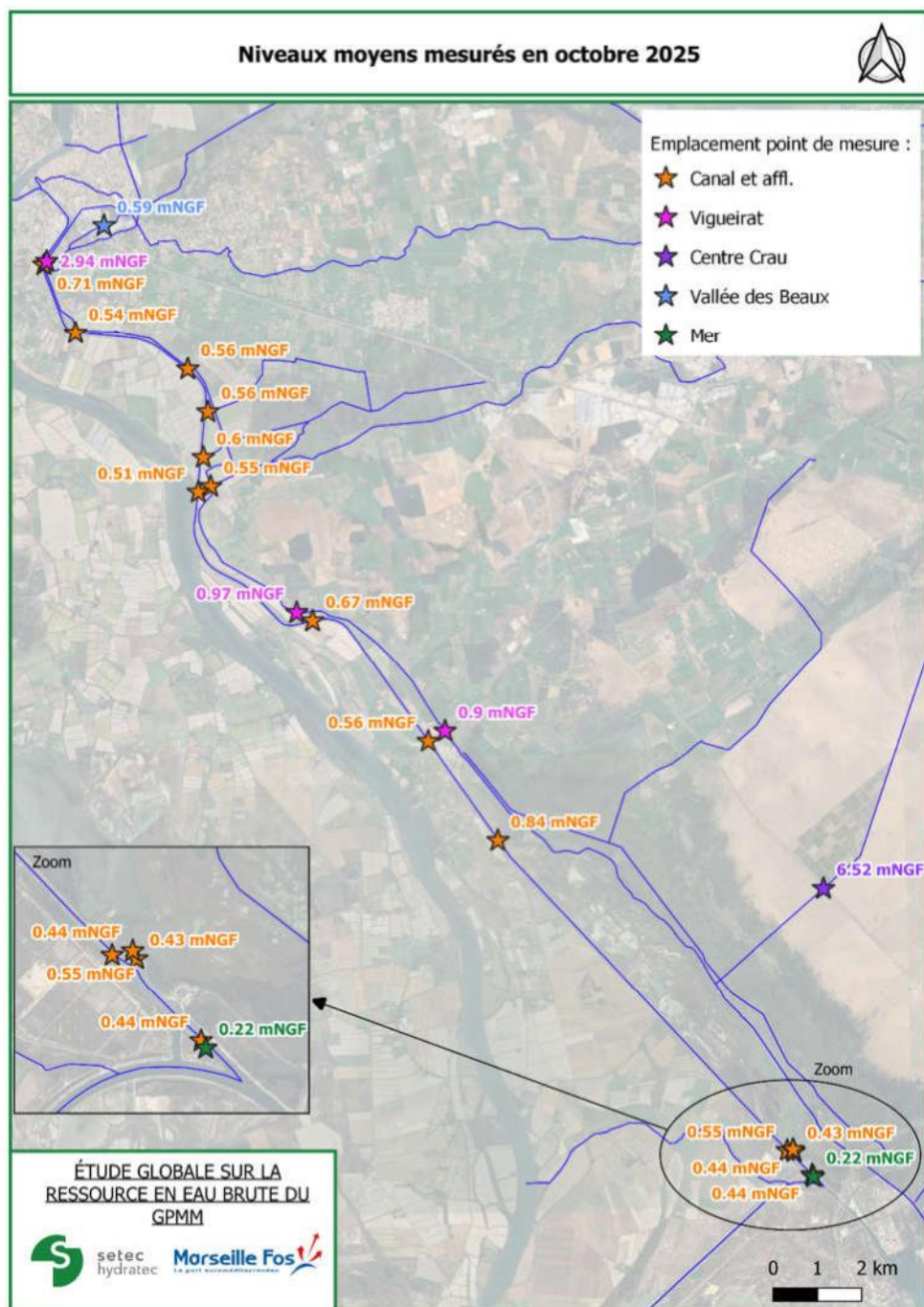


Figure III-20 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Octobre 2025)

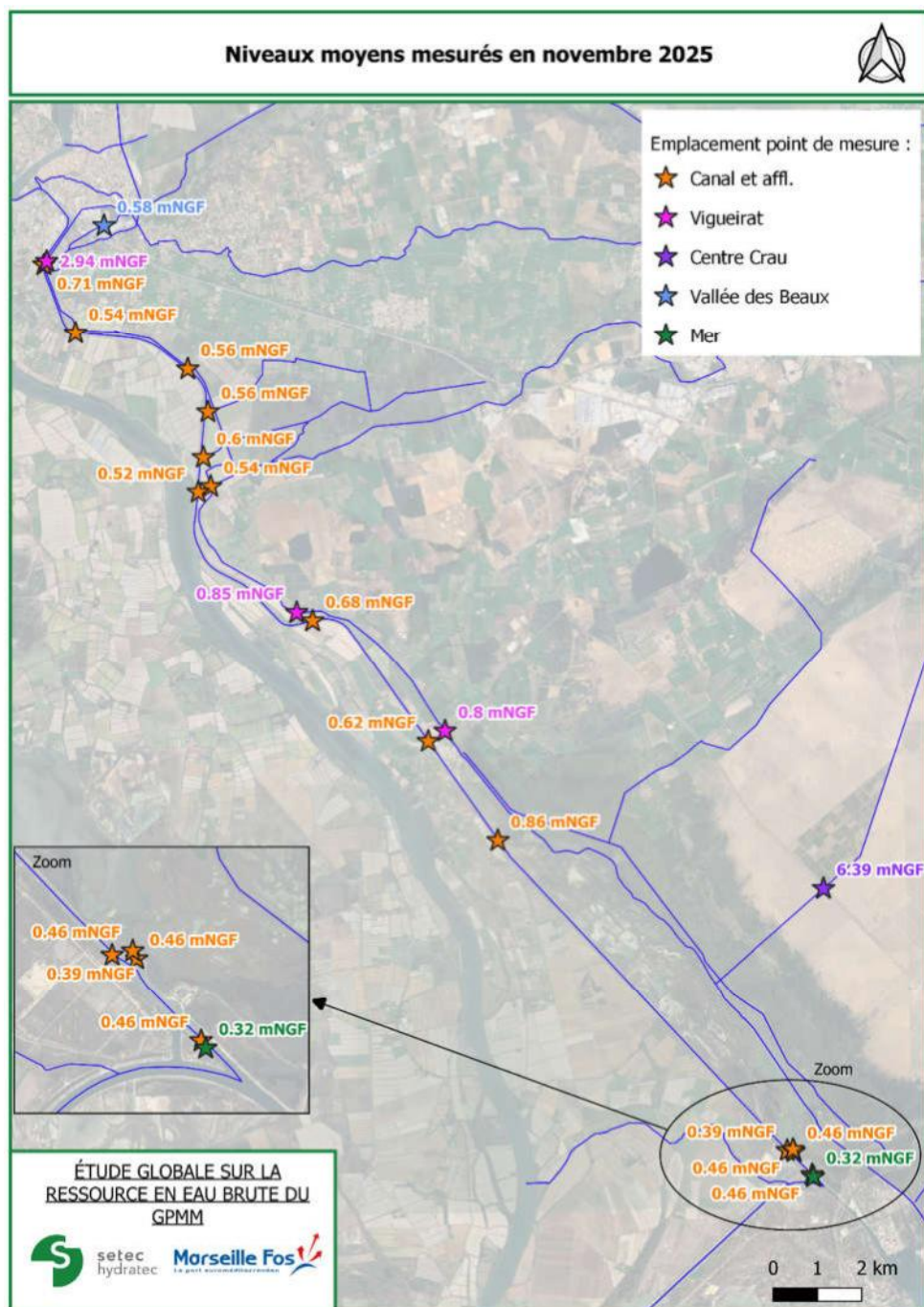


Figure III-21 : Niveaux moyens mensuels mesurés (Novembre 2025)

Les niveaux moyens mensuels mesurés sur les canaux diminuent en moyenne de 4 cm entre les mois de septembre et d'octobre 2025, et de 1 cm entre octobre et novembre 2025. Cette faible diminution est en partie liée aux précipitations survenues durant cette période.

III. 5. Mesures de hauteur T2

III. 5. 1. Points de mesures Hydratec

Les résultats de mesure de décembre 2025 à mars 2026 sont présentés sur les graphiques suivants.

Sur les deux premiers trimestres de la campagne on peut distinguer plusieurs périodes de niveau sur l'ensemble du canal d'Arles à Fos et sur le Vigueirat :

- Périodes « Niveau bas » :
 - du 19/11/2025 au 3/12/2025
 - du 3/01/2026 au 24/01/2026
- Périodes « Niveau haut » ou niveau de crue :
 - du 19/09/2025 au 29/09/2025
 - du 4/12/2025 au 7/12/2025
 - du 21/12/2025 au 30/12/2025
 - du 2/02/2026 au 3/03/2026
 - du 3/03/2026 au 20/03/2026

Ces périodes sont directement reliées à la pluviométrie observée.

Il semble donc que la période habituellement associée à un niveau bas du canal, lorsque les canaux d'irrigation de la Crau sont mis en chômage entre novembre et février, n'ait pas pu être observée cette année du fait des pluies bien plus importantes de la normale.

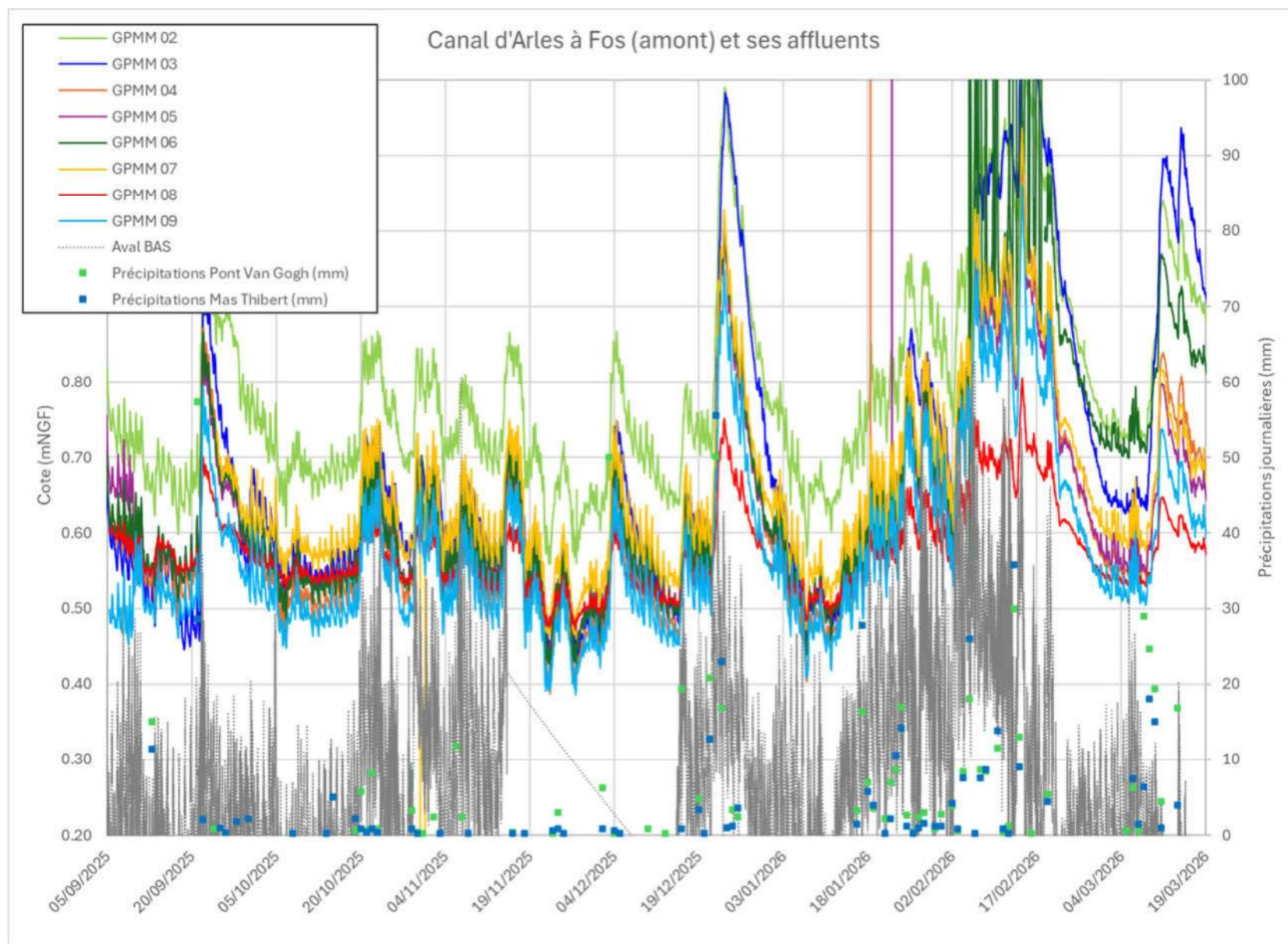


Figure III-22 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en amont de Mas Thibert – T2

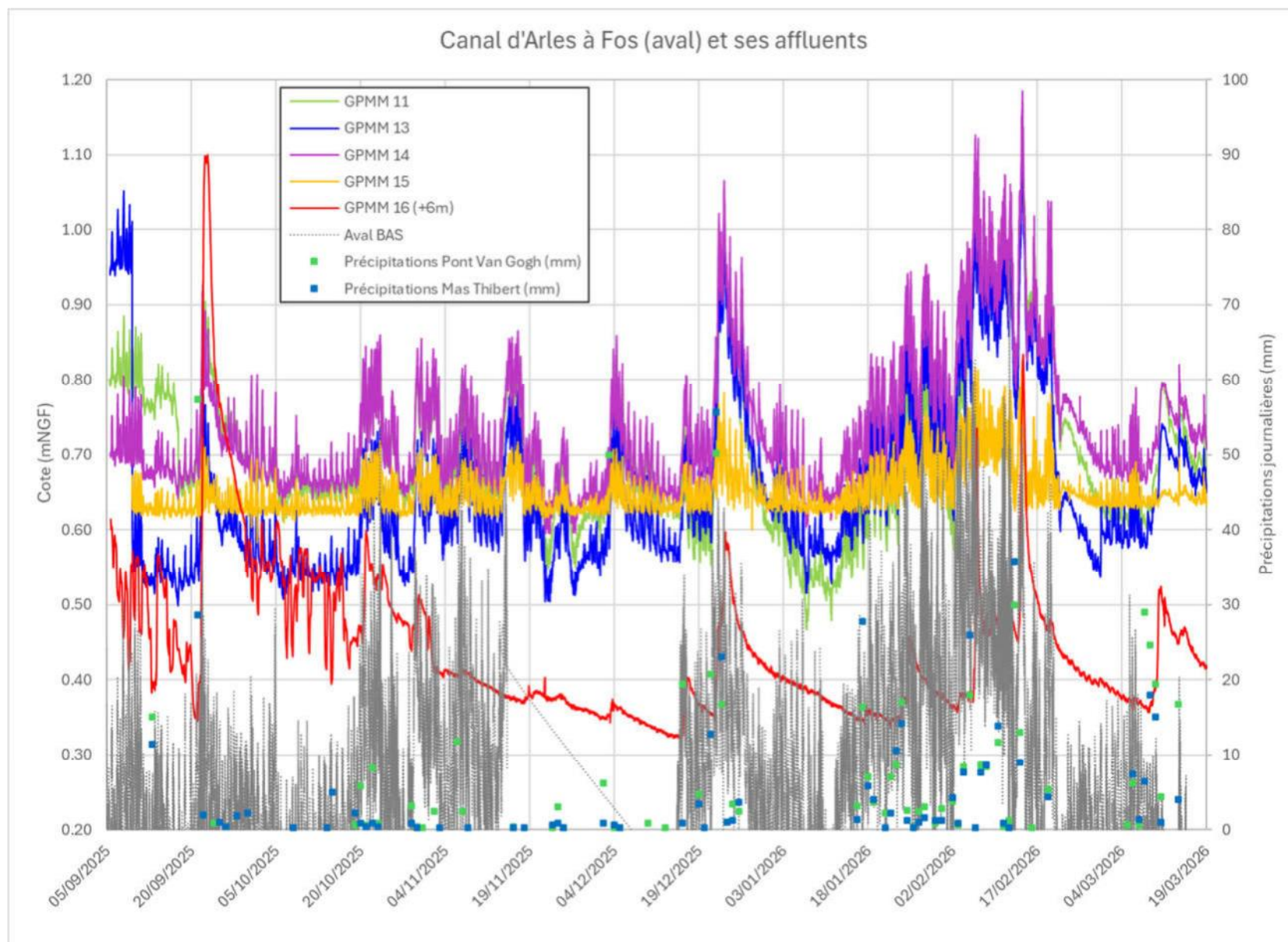


Figure III-23 : Hauteurs du Canal d'Arles à Fos et de ses affluents en aval de Mas Thibert – T2

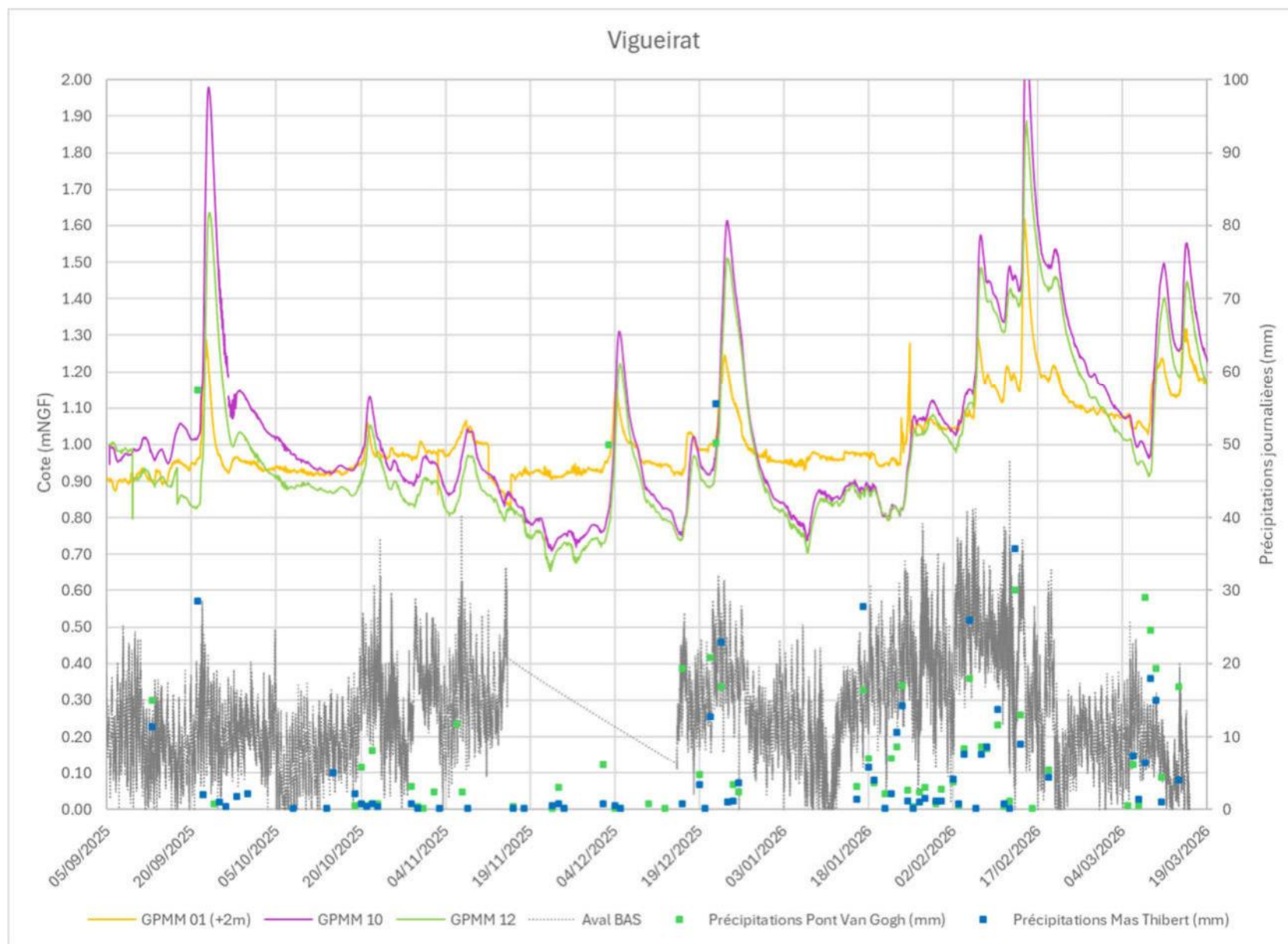


Figure III-24 : Hauteurs d'eau du canal du Vigueirat - T2

III. 5. 2. Points de mesures GPMM

Les données de mesures fournies par le GPMM sur le deuxième trimestre à la station de pompage sont présentées sur les graphiques suivants.

Sur les deux premiers trimestres de la campagne les mêmes « périodes » que sur l'ensemble du canal ont pu être distinguées au niveau des points de mesure GPMM :

- Périodes « Niveau bas » :
 - du 19/11/2025 au 3/12/2025
 - du 3/01/2026 au 24/01/2026
- Périodes « Niveau haut » ou niveau de crue :
 - du 19/09/2025 au 29/09/2025
 - du 4/12/2025 au 7/12/2025
 - du 21/12/2025 au 30/12/2025
 - du 2/02/2026 au 3/03/2026
 - du 3/03/2026 au 20/03/2026

Ces périodes sont directement reliées à la pluviométrie observée.

Il semble donc que la période habituellement associée à un niveau bas du canal, lorsque les canaux d'irrigation de la Crau sont mis en chômage entre novembre et février, n'ait pas pu être observée cette année du fait des pluies bien plus importantes de la normale.

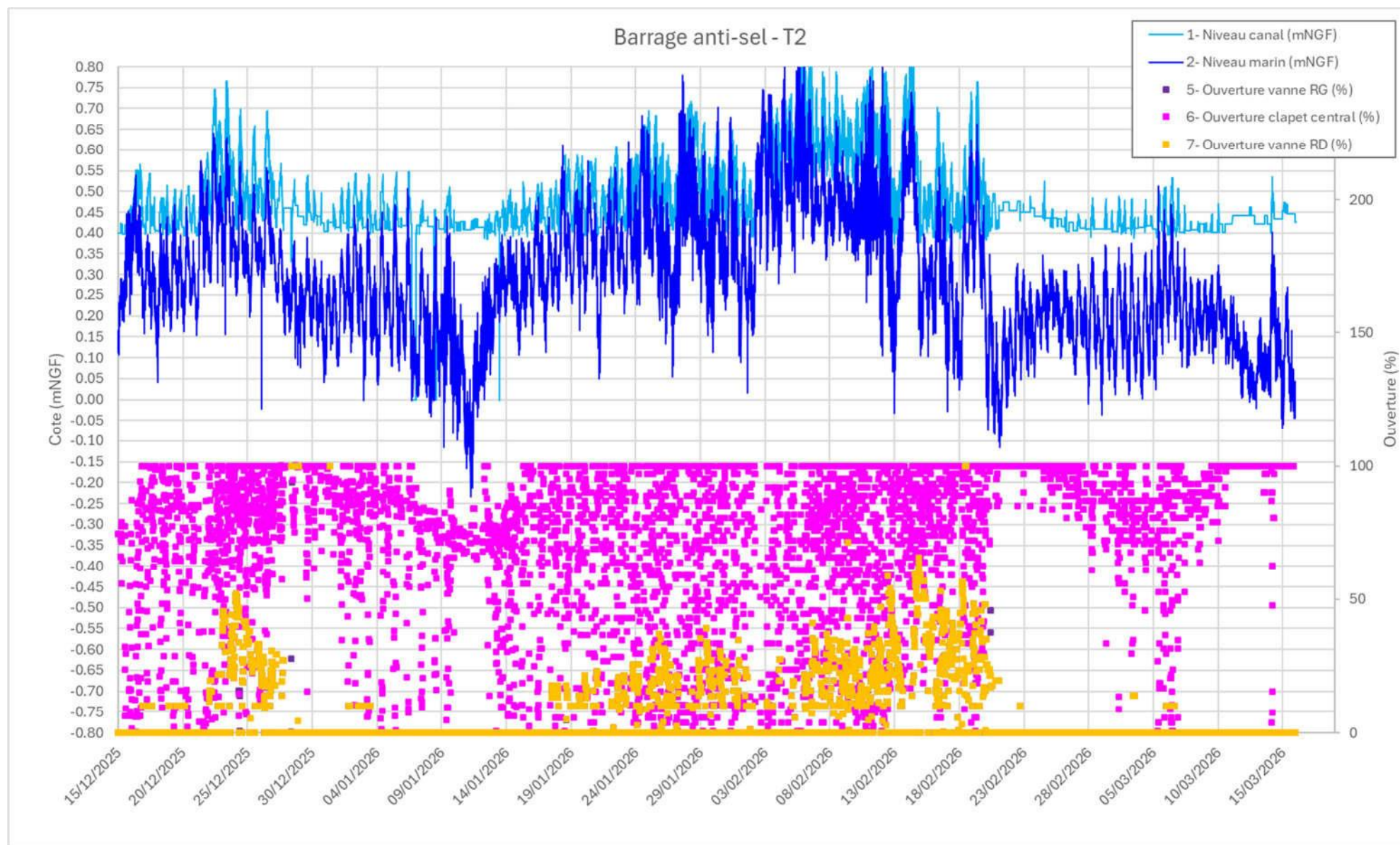


Figure III-25 : Hauteurs à la station du Vigueirat et ouverture des vannes du BAS

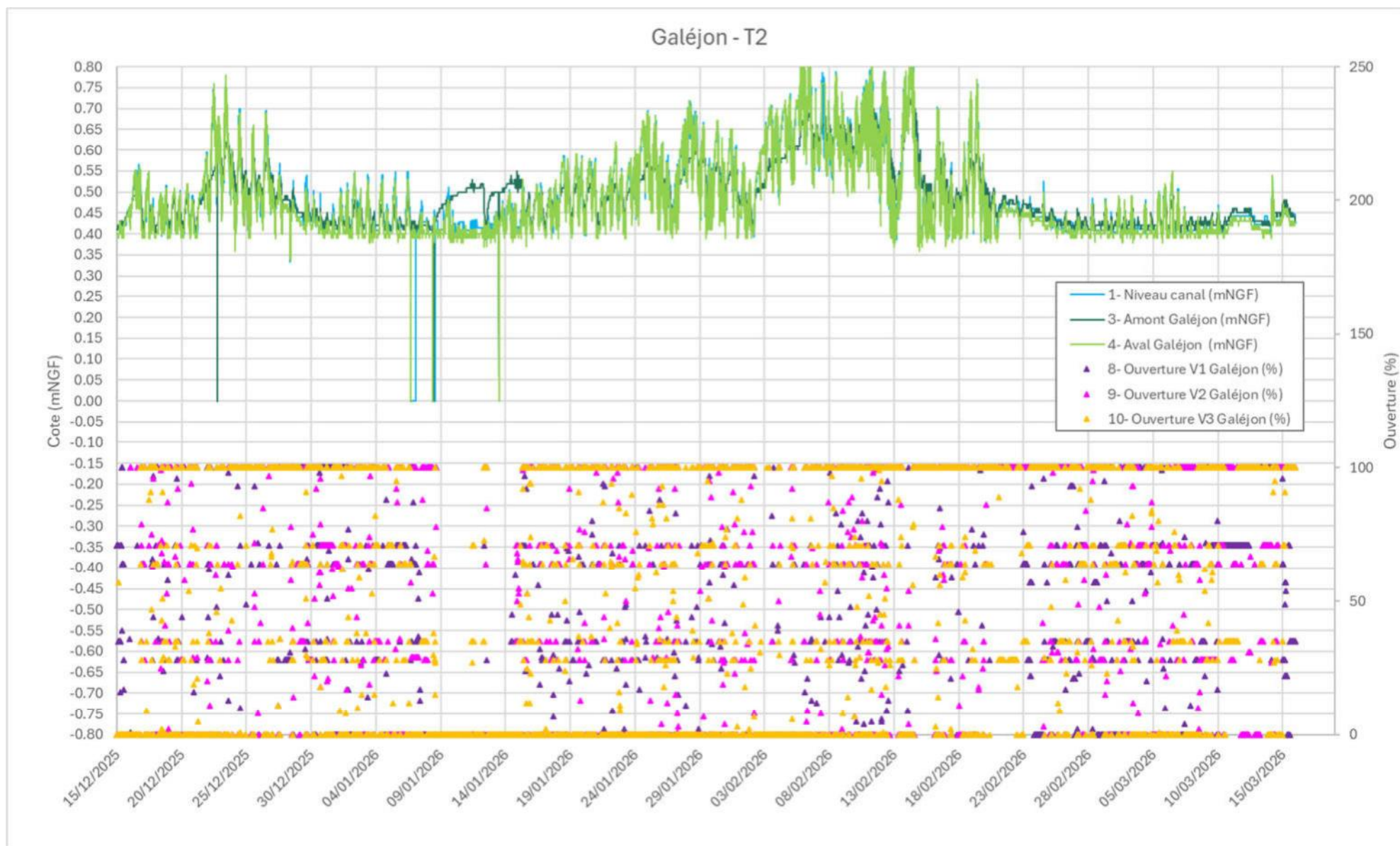


Figure III-26 : Hauteurs au droit de l'ouvrage du Galéjon

III. 5. 3. Calcul du débit du barrage anti-sel (clapet central)

Les mesures de niveau relevées par la GPMM au niveau du barrage anti-sel permettent de calculer une valeur approchée du débit au travers du clapet central.

a) Equations mises en œuvre

Les équations mises en œuvre sont celles du calcul du débit par une loi de seuil.

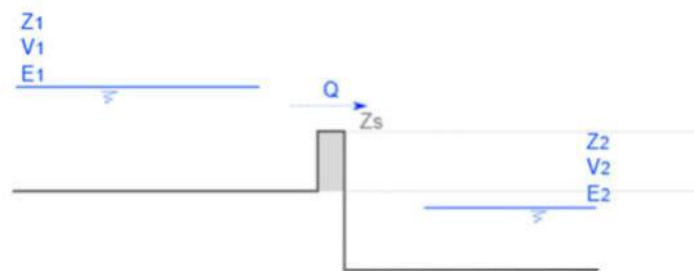


Figure III-27 : Schéma d'un seuil

Elles font référence aux points 1 amont de l'écoulement et 2 aval de l'écoulement, avec :

- V_1 et V_2 vitesses de l'écoulement dans l'axe du seuil (m/s)
- Z_1 et Z_2 ligne d'eau (m)
- E_1 et E_2 charge (m)
- g accélération de la pesanteur 9.81 m/s^2 .

Les équations supposent $E_1 > E_2$, sinon l'écoulement se fait en sens inverse et E_1 ou $E_2 > z_s$, sinon il n'y pas d'écoulement. Les différents régimes d'écoulement (dans les deux sens) sont définis sur le diagramme ci-dessous.

Régimes de fonctionnement

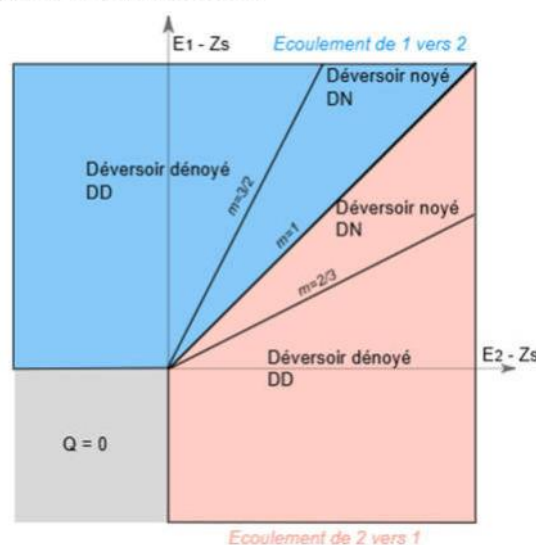


Figure III-28 : Diagramme des régimes de fonctionnement du seuil

Expression de la charge :

$$- E_1 = z_1 + \frac{v_1^2}{2g}.$$

$$- E_2 = z_2 + \frac{v_2^2}{2g}.$$

En l'absence de données mesurées en temps réel, la **vitesse prise en compte** pour le calcul de la charge est ici considérée comme égale en amont et en aval.

Condition seuil noyé: $(E_2 - z_s) > \frac{2}{3}(E_1 - z_s)$ si non le régime est dénoyé.

Régime de fonctionnement (1>2)	Equation (calcul du débit)
Déversoir dénoyé	$QD_d = \frac{2}{3}C_d b_s \sqrt{2g}(E_1 - z_s)^{\frac{3}{2}}.$
Déversoir noyé	$QD_n = C_n b_s \sqrt{2g}(E_2 - z_s)(E_1 - E_2)^{\frac{1}{2}}.$

Paramètres

Le coefficient **Cd** est le **coefficient de seuil déversant en régime dénoyé**. Il est défini par l'utilisateur, il est généralement égal à sa valeur théorique: 0.58.

Nous avons pris en compte un coefficient de contraction latérale de la veine fluide de 0.8. Il représente le rétréci cément entre la largeur du canal en amont du seuil et le seuil.

Le coefficient **Cn** est le **coefficient de seuil déversant noyé**. Il est pris ici égal à $1.73 * Cd$.

b) Résultats

Les graphiques suivants présentent sur quelques journées les variations du débit au travers le clapet central du barrage anti-sel. L'ouverture du clapet étant dépendante du niveau marin le débit est fortement variable. Il varie en général entre 0 et 35 m³/s mais peut rester très faible certaines journées ou plutôt fort dans d'autres cas. On constate toutefois que le barrage ne reste pas totalement fermé pendant plus de 6 heures et qu'il est ouvert (même partiellement) à minima sur 3 périodes distinctes par journée.

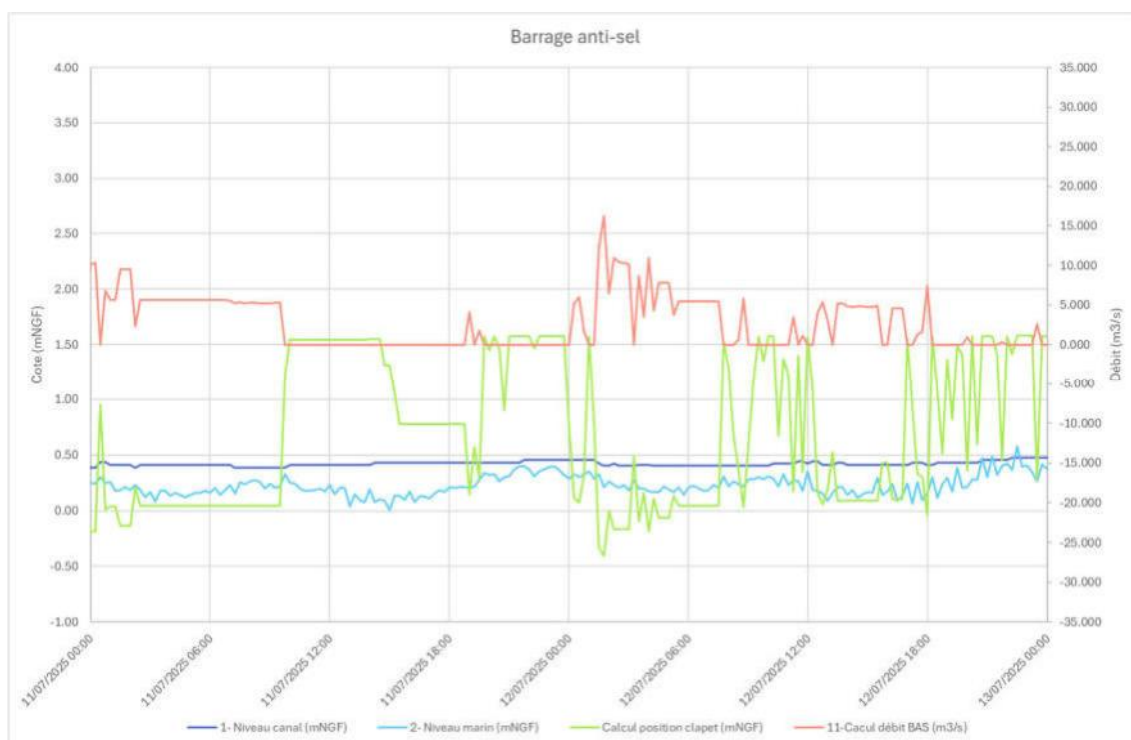


Figure III-29 : Débit calculé au travers du clapet central du barrage anti-sel (graph 1)

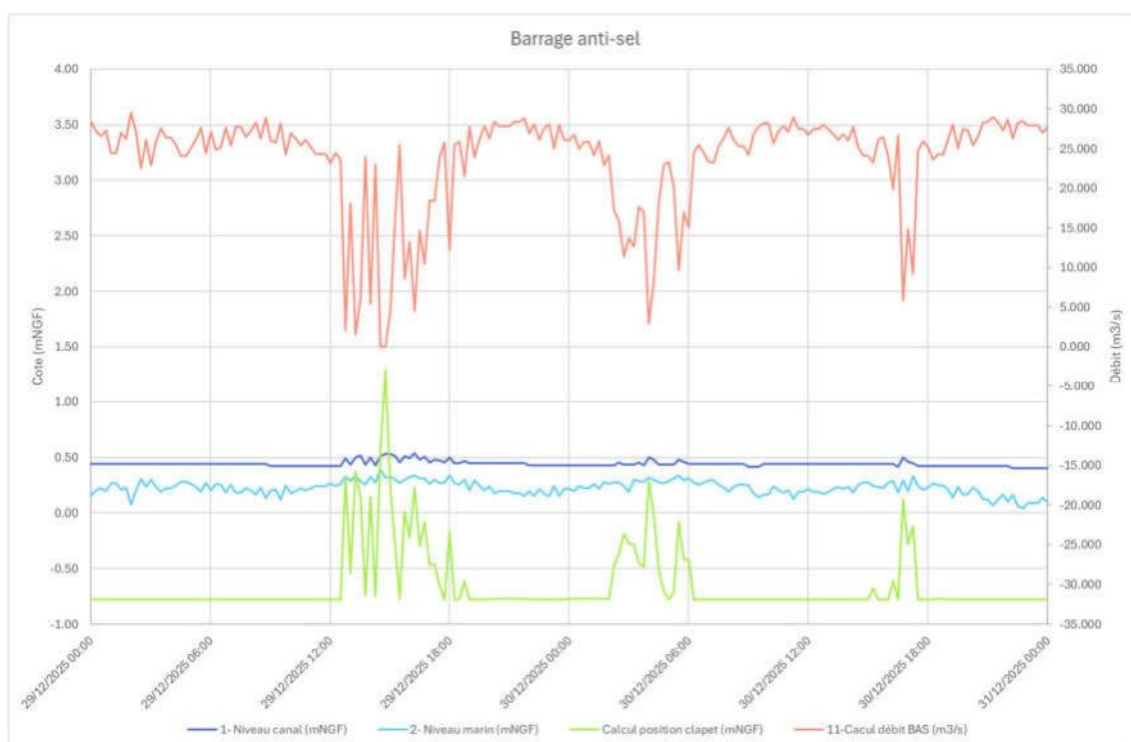


Figure III-30 : Débit calculé au travers du clapet central du barrage anti-sel (graph 2)

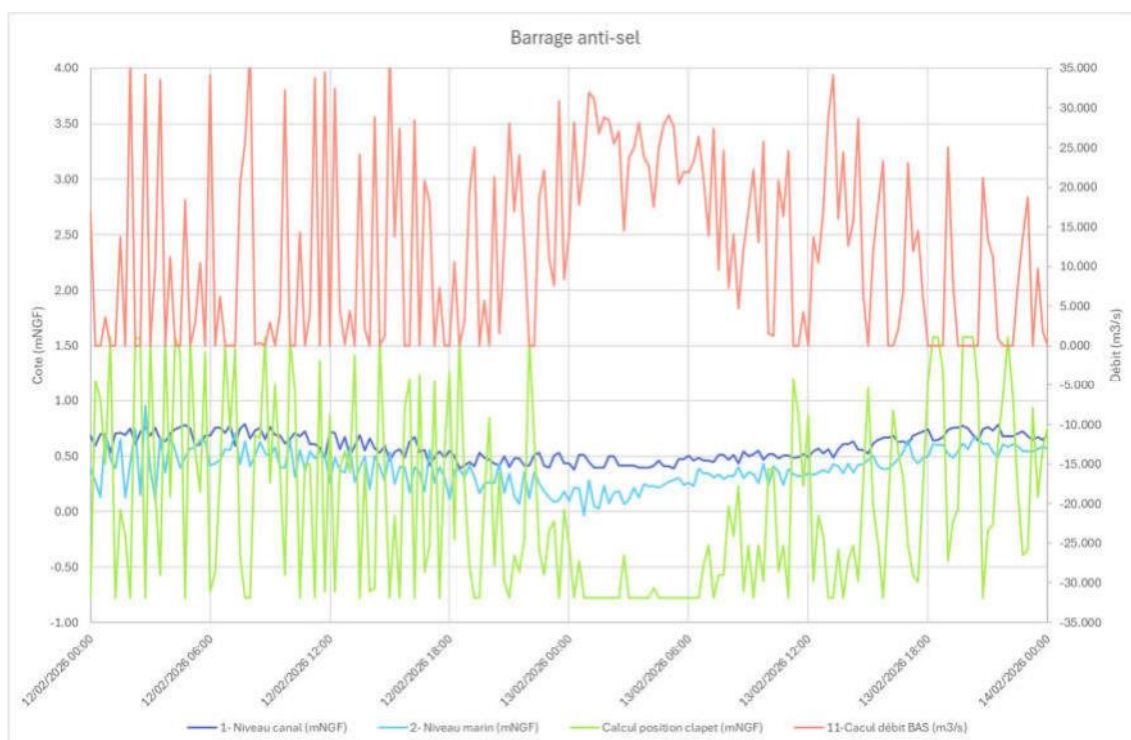


Figure III-31 : Débit calculé au travers du clapet central du barrage anti-sel (graph 3)

Le graphique suivant présente la moyenne mensuelle (depuis mars 2025) du volume calculé journalier déversé par le clapet central du barrage anti-sel.

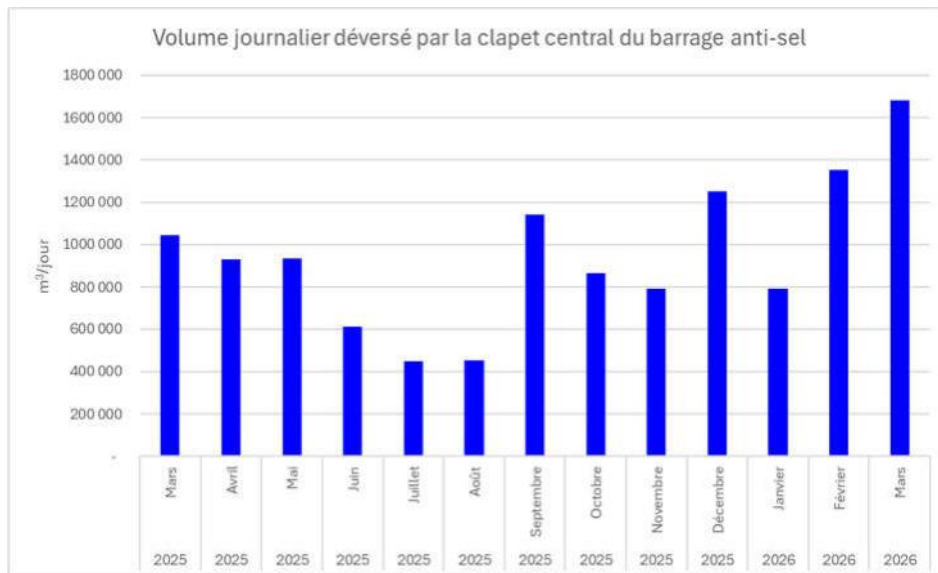


Figure III-32 : Calcul du volume journalier déversé par le clapet central (mars 2025 / mars 2026)

Le minimum annuel est constaté en juillet / août avec 450 000 m³/jour et la moyenne est de 800 000 m³/jour de mars à novembre 2025 et la moyenne est de 1 250 000 m³/jour de décembre 2025 à mars 2026, soit près de 50% de plus. Cette nette augmentation est due aux précipitations particulièrement importantes et supérieure à la moyenne sur cette saison.

III. 5. 4. Moyennes mensuelles

Le tableau ci-dessous donne les niveaux moyens mesurés sur chaque mois :

Niveaux moyen mensuels (mNGF)							
Id	Emplacement	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
GPMM_03	Canal Vallée Baux	0.56	0.57	0.58	0.62	0.63	1.04
GPMM_02	Canal Arles à Fos	0.72	0.70	0.71	0.75	0.76	1.03
GPMM_04	Canal Arles à Fos	0.58	0.53	0.54	0.57	0.58	0.83
GPMM_06	Canal Arles à Fos	0.59	0.55	0.55	0.59	0.60	0.90
GPMM_05	Affluent	0.59	0.55	0.56	0.59	0.59	0.82
GPMM_07	Affluent	/	0.59	0.59	0.62	0.63	0.85
GPMM_08	Affluent	0.58	0.55	0.53	0.55	0.55	0.67
GPMM_09	Canal Arles à Fos	0.54	0.50	0.51	0.55	0.55	0.77
GPMM_11	Canal Arles à Fos	0.75	0.66	0.67	0.66	0.61	0.84
GPMM_13	Canal Arles à Fos	0.57	0.55	0.61	0.64	0.65	0.82
GPMM_14	Canal Arles à Fos	0.85	0.83	0.85	0.71	0.72	0.87
GPMM_15	Canal Arles à Fos	0.54	0.54	0.54	0.57	0.59	0.65
AM_GAL	Amont Galéjon	0.42	0.43	0.46	0.48	0.49	0.53
AV_GAL	Aval Galéjon	0.41	0.41	0.46	0.47	0.44	0.51
AM_BAS	Amont BAS	0.42	0.42	0.46	0.47	0.42	0.51
AV_BAS	Aval BAS	0.21	0.21	0.32	0.32	0.29	0.36
GPMM_16	Centre Crau	6.54	6.53	6.38	6.36	6.38	6.45
GPMM_01	Vigueirat	2.95	2.93	2.93	2.99	2.97	3.15
GPMM_10	Vigueirat	1.05	0.96	0.85	0.94	0.86	1.39
GPMM_12	Vigueirat	0.93	0.89	0.81	0.90	0.84	1.34

Les niveaux moyens mensuels mesurés augmentent nettement en février 2026 sur l'ensemble des points de mesures. Cette augmentation est directement liée aux précipitations nettement supérieures aux normales sur cette période.

III. 6. Mesures de la conductivité

III. 6. 1. Synthèse T1

Les résultats des mesures de conductivité réalisés par setec hydratec et celles transmises par le GPMM au droit de la station de pompage sont présentés sur les graphiques ci-dessous.

De manière générale, les résultats mettent en évidence une relative homogénéité spatiale de la conductivité le long du canal d'Arles à Fos, tant entre l'amont et l'aval qu'entre le canal principal et ses affluents. Cette homogénéité suggère un bon mélange des masses d'eau et l'absence d'apports ponctuels fortement minéralisés sur la majorité du linéaire étudié.

Sur la période septembre à novembre 2025, la conductivité mesurée sur le canal d'Arles à Fos varie de manière modérée d'amont en aval et est comprise entre 465 et 927 $\mu\text{S/cm}$

Au droit de la station de pompage, on retrouve des conductivités semblables à celles mesurées plus amont. Des pics de conductivité sont enregistrés (+2 000 $\mu\text{S/cm}$) juste en amont du barrage anti-sel qui peuvent être liés à des intrusions d'eau saline. Ces épisodes apparaissent toutefois localisés et transitoires, sans impact notable sur les conductivités mesurées plus en amont ni au droit de la station de pompage. Par ailleurs, la cohérence entre les mesures Setec Hydratec et celles transmises par le GPMM confirme la représentativité et la fiabilité des données.

Enfin, les conductivités mesurées sur le canal du Vigueirat, comprises entre 571 et 896 $\mu\text{S/cm}$, sont du même ordre de grandeur que celles observées sur le canal d'Arles à Fos. Cette similitude indique des conditions de minéralisation comparables entre les deux systèmes hydrauliques sur la période étudiée, suggérant une influence régionale commune des apports et du contexte hydrologique.

III. 6. 2. Synthèse T2

Les résultats des mesures de conductivité réalisés par setec hydratec et celles transmises par le GPMM au droit de la station de pompage sont présentés sur les graphiques ci-dessous.

De manière générale, les résultats mettent en évidence une relative homogénéité spatiale de la conductivité le long du canal d'Arles à Fos, tant entre l'amont et l'aval qu'entre le canal principal et ses affluents. Cette homogénéité suggère un bon mélange des masses d'eau et l'absence d'apports ponctuels fortement minéralisés sur la majorité du linéaire étudié.

Sur l'ensemble des deux trimestres on constate une nette augmentation de la conductivité (+30% environ), plutôt homogène d'amont en aval, sur l'ensemble des points de mesure à partir de fin décembre.

- Sur le Canal d'Arles à Fos amont :
 - 800 $\mu\text{S/cm}$ en moyenne jusqu'à mi-novembre 2025
 - 1100 $\mu\text{S/cm}$ en moyenne à partir de mi-janvier 2026
- Sur le Canal d'Arles à Fos aval :
 - 700 $\mu\text{S/cm}$ en moyenne jusqu'à mi-novembre 2025
 - 1000 $\mu\text{S/cm}$ en moyenne à partir de mi-janvier 2026
- Sur le Vigueirat :
 - 750 $\mu\text{S/cm}$ en moyenne jusqu'à mi-novembre 2025
 - 950 $\mu\text{S/cm}$ en moyenne à partir de mi-janvier 2026

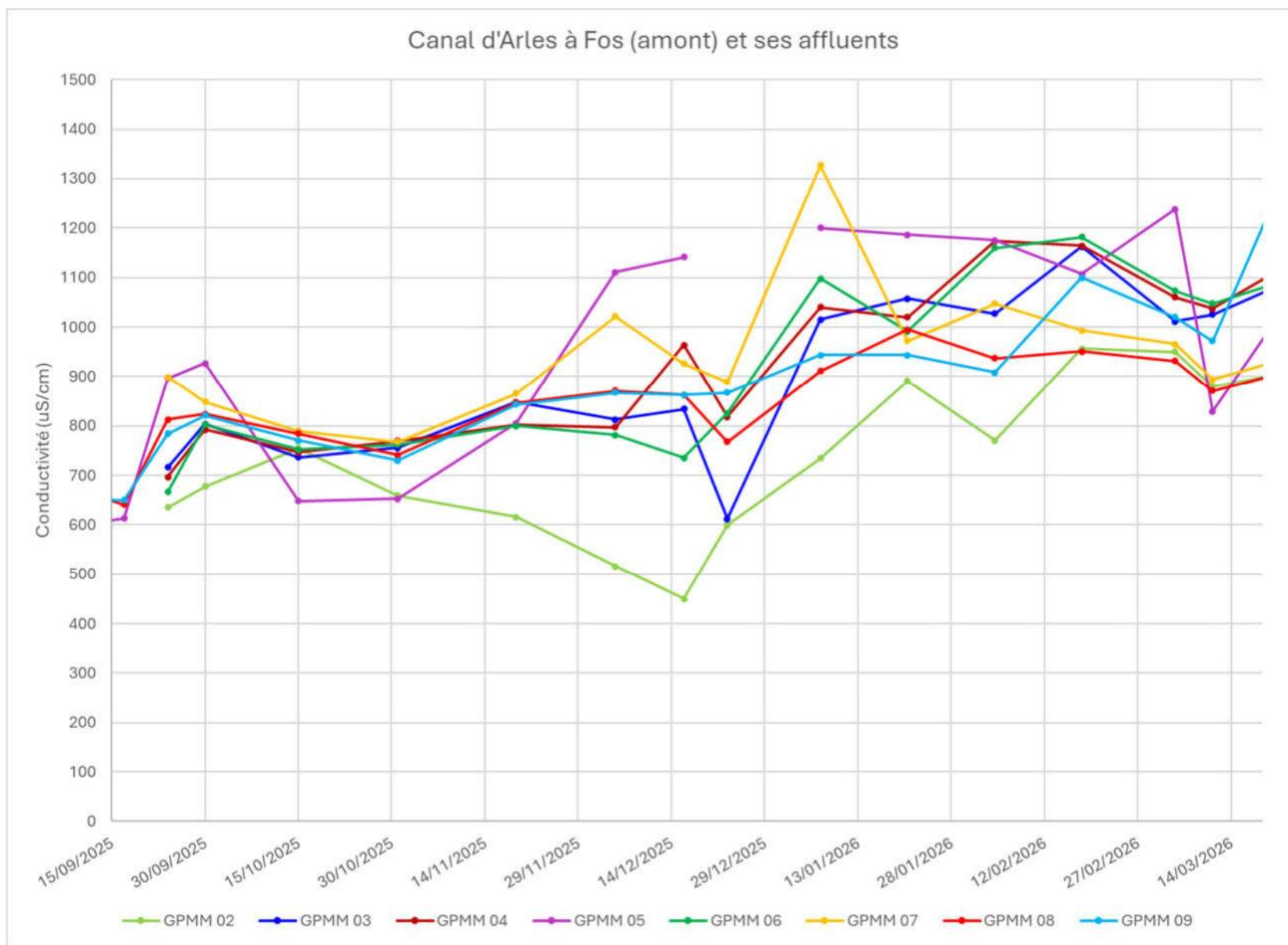


Figure III-33 : Conductivité du Canal d'Arles à Fos et affluents en amont de Mas Thibert

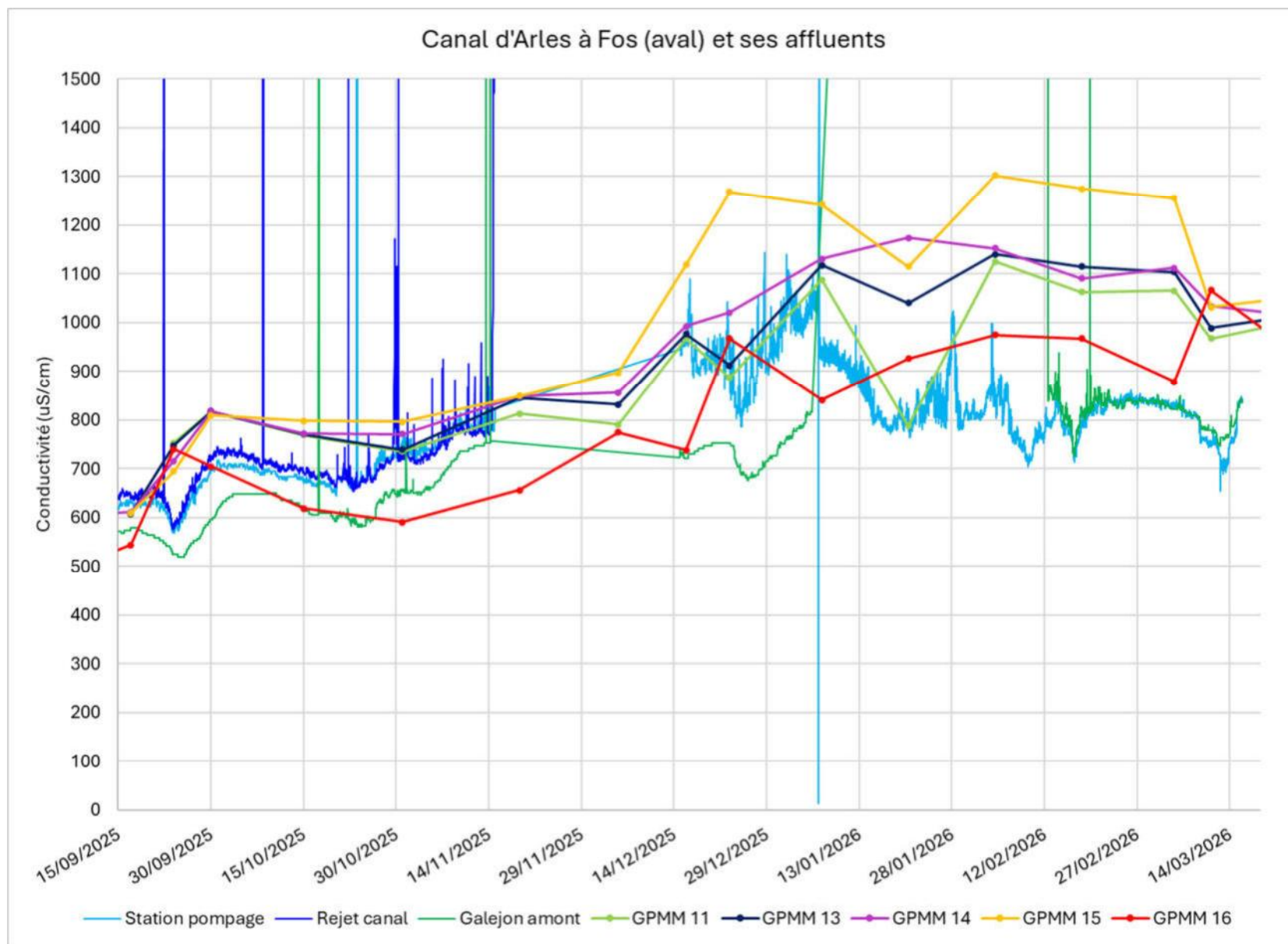


Figure III-34 : Conductivité du Canal d'Arles à Fos et affluents en aval de Mas Thibert et à la station de pompage

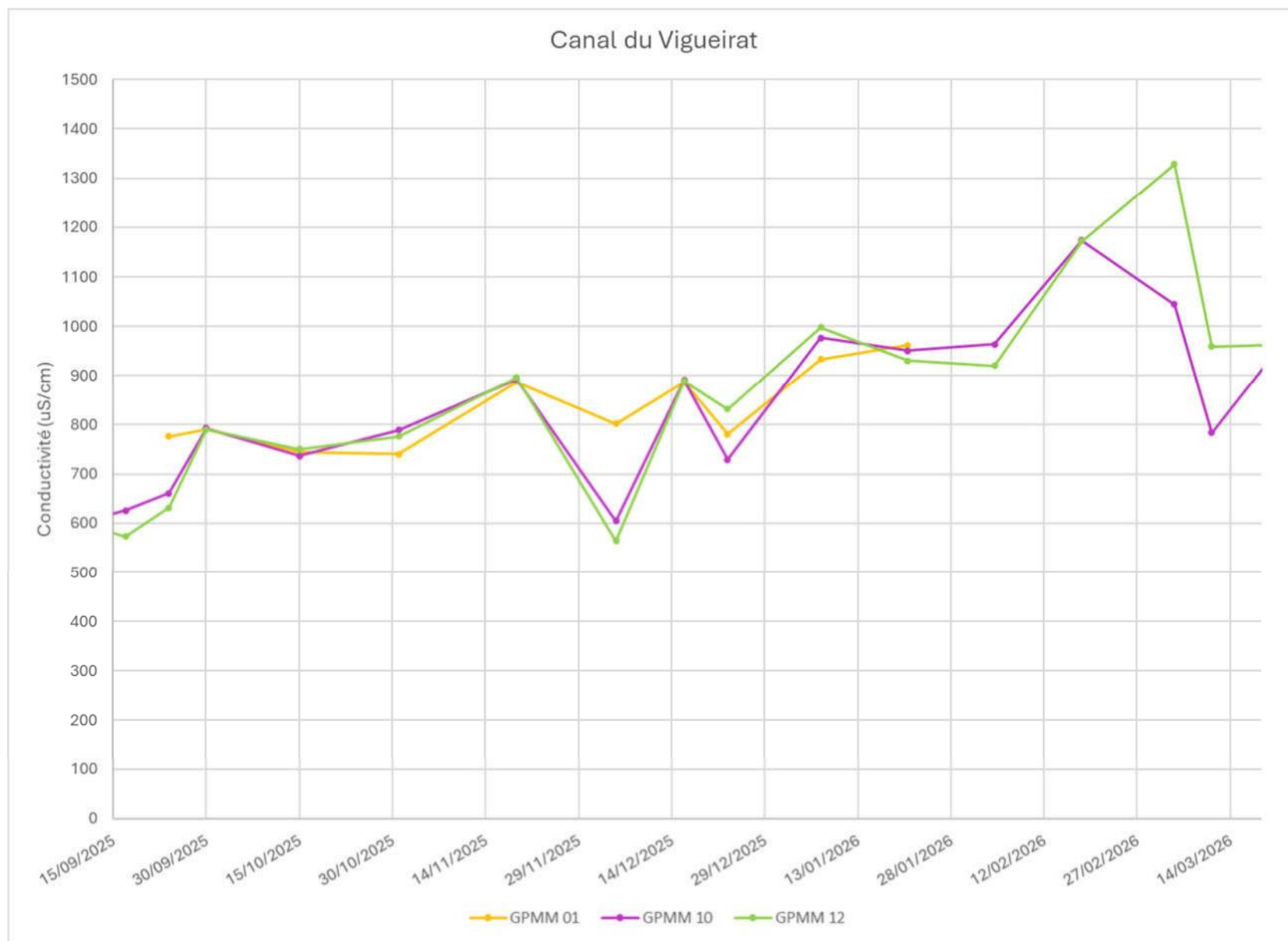


Figure III-35 : Conductivité du Canal du Vigueirat

IV. CONCLUSION T1

Les premières campagnes de mesures ne permettent pas à ce stade de conclure sur le fonctionnement du système. Cependant, elles mettent en avant :

- Une faible pente des canaux,
- Une pluviométrie importante durant ce premier trimestre de mesures ;
- Une recharge par l'irrigation peu marquée liée aux précipitations de ces derniers mois ;
- Une homogénéité spatiale de la conductivité le long des différents canaux suggérant un bon mélange des masses d'eau.

Les prochaines campagnes de mesures permettront d'approfondir nos connaissances sur le fonctionnement et de compléter cette première analyse.

V. CONCLUSION T2

D'après la bibliographie, la période de basses eaux de l'hydrosystème correspond à la période hivernale, tandis que les hautes eaux interviennent en période estivale, sous l'effet de l'irrigation gravitaire.

La fin d'année 2025 et le début d'année 2026 se distinguent cependant par une pluviométrie excédentaire concentrée sur les mois de décembre, février et mars, engendrant des niveaux de canaux élevés et des débits déversés au barrage anti-sel supérieurs à la moyenne annuelle. Dans ce contexte, la période de basses eaux caractéristique du système n'a pas pu être observée sur les chroniques actuelles.

Afin de caractériser correctement cette période critique il serait judicieux de prolonger la campagne de mesure jusqu'en mars 2027, de manière à caractériser correctement les basses eaux.

Par ailleurs, les relevés mettent en évidence une augmentation globale de la conductivité sur la période, dont l'interprétation n'est à ce jour pas complète.

Annexe 6 : Etude hydraulique



Rapport d'étude

Etude de gestion des eaux pluviales

Marcegaglia, Usine de Fos-sur-Mer (13)



Rapport n°145622/vC– 26 mai 2026

Projet suivi par Killian LEHEU – 06 42 52 04 65 – killian.leheu@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Etude de gestion des eaux pluviales Marcegaglia, Usine de Fos-sur-Mer (13)

CLIENT	SITE
Marcegaglia	Usine de Fos-sur-Mer (13)
Usine de Fos-sur-Mer Zone industrielle du Ventillon 13270 FOS-SUR-MER	
Bruno DADOLLE Sécurité – Environnement Responsable Environnement 06 42 05 56 83 bruno.dadolle@marcegaglia.com	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Killian LEHEU
Interlocuteur commercial	Lise MOUCHE
	Implantation de Montpellier
Implantation chargée du suivi du projet	04.67.15.91.10 secretariat.montpellier-fr@anteagroup.com
Rapport n°	145622
Version n°	Version C
Votre commande et date	Réf : 61109807, le 17/02/2026
Projet n°	PACA260035

	Nom	Fonction	Date
Rédaction	Killian LEHEU	Ingénieur Chef de Projet	Mai 2026
Approbation	Lise MOUCHE	Responsable d'activité	Mai 2026

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	03/04/2026	41	0	Diagnostic hydraulique en situation actuelle
B	04/05/2026	62	0	Etude GEP pour les plateformes Nord et Sud Schéma directeur de GEP pour le projet Mistral
C	26/05/2026	62	0	Révision n°1 suite commentaires

Sommaire

1. Introduction générale	8
2. Contexte de l'usine sidérurgique de Fos-sur-Mer	9
2.1. Localisation du site	9
2.2. Documents et données collectées	9
2.3. Contexte administratif.....	10
2.4. Présentation du réseau de collecte des eaux pluviales	13
2.4.1. Présentation générale du réseau	13
2.4.2. Levés topographiques complémentaires	13
2.4.3. Présentation détaillée du réseau	16
2.5. Contexte pluviométrique	22
3. Diagnostic hydraulique de la gestion des eaux pluviales du site en situation actuelle.....	23
3.1. Modèle utilisé.....	23
3.2. Définition des hypothèses pluviométriques	23
3.3. Analyse hydrologique	24
3.3.1. Sous bassins versants et paramètres physiques	24
3.3.2. Coefficient de ruissellement	26
3.4. Construction du modèle hydraulique.....	28
3.4.1. Architecture du modèle	28
3.4.2. Conditions aux limites	30
3.4.3. Calage du modèle.....	31
3.5. Simulation des pluies de projet.....	31
3.5.1. Résultats au niveau des roubines.....	31
3.5.2. Résultats au niveau de l'exutoire	36
3.6. Synthèse de la situation actuelle.....	38
3.7. Limites du diagnostic hydraulique.....	41
4. Etude des solutions de gestion des eaux pluviales en phase travaux de rapatriement des matériaux et encombrants	42
4.1. Plateforme Nord.....	42
4.1.1. Caractéristiques de la plateforme	42
4.1.2. Débits et volumes ruisselés sur la plateforme Nord	43
4.1.3. Dimensionnement des solutions de gestion des eaux pluviales	43
4.2. Plateforme Sud	45
4.2.1. Débits et volumes ruisselés sur la plateforme Sud	45
4.2.2. Principe de gestion des eaux de pluie de la plateforme Sud	46
5. Schéma directeur de gestion des eaux pluviales pour le projet d'extension de l'usine	47

5.1. Projet d'extension de l'usine	47
5.1.1. Présentation du projet Mistral.....	47
5.1.2. Evolution de l'occupation des sols	48
5.2. Analyse hydrologique du projet Mistral.....	51
5.2.1. Sous bassins versants du projet Mistral.....	51
5.2.2. Coefficient de ruissellement avec le projet Mistral	51
5.3. Gestion des eaux de pluie du projet Mistral	54
5.3.1. Principe retenu pour la gestion des eaux de pluie du projet Mistral.....	54
5.3.2. Cadre réglementaire pour le dimensionnement des bassins de rétention	55
5.3.3. Dimensionnement des bassins de rétention.....	56
5.3.4. Equipements et traitement des eaux.....	56
5.3.5. Prise en compte des eaux d'extinction d'incendie.....	57
5.4. Impact du projet Mistral sur l'ensemble du réseau d'eau de l'usine.....	57
5.4.1. Résultats au niveau des roubines.....	58
5.4.1. Résultats au niveau de l'exutoire	59
5.5. Gestion des évènements pluvieux exceptionnels (supérieurs à la pluie de dimensionnement)	59

Table des figures

Figure 1 : Localisation de l'usine Marcegaglia de Fos-sur-Mer	9
Figure 2 : Tracé schématique du rejet des eaux de l'usine (source : Marcegaglia, plan F0-174-207) ..	11
Figure 3 : Localisation des points de rejet des effluents liquides	12
Figure 4 : Levé topographique du bassin à l'exutoire (gauche) et au niveau de l'aciérie (droite)	13
Figure 5 : Carte du réseau principal des eaux du site Marcegaglia	14
Figure 6 : Cartographie des relevés topographiques complémentaires réalisés en février 2026	15
Figure 7 : Roubine principale sur sa partie amont (photo de gauche) et sur sa partie aval (photo de droite)	16
Figure 8 : Roubine de la voie ferrée (photo de gauche) et station de pompage (photo de droite)	17
Figure 9 : Roubine secondaire	17
Figure 10 : Roubine en amont du bassin de l'aciérie (photo de gauche) et en aval de l'aciérie (photo de droite)	18
Figure 11 : Carte du réseau principal des eaux du site Marcegaglia	19
Figure 12 : Bassin à l'exutoire (photo de gauche) et sortie en station de pompage (photo de droite)	20
Figure 13 : Bassin de rétention au niveau de l'aciérie (photo de gauche) et liaison aval avec la roubine de l'aciérie (photo de droite)	20
Figure 14 : Emprise du bassin de rétention au niveau du bâtiment S.E.M. (source : Plan de rejet des eaux, Marcegaglia)	21
Figure 15 : Stations du réseau Météo France à proximité de l'usine de Fos-sur-Mer	22
Figure 16 : Pluies de projet double triangle de période de retour 10, 20, 30 et 100 ans	24
Figure 17 : Carte du découpage en sous bassin versant du site de Fos-sur-Mer	25
Figure 18 : Carte de couverture des sols par sous bassin versant du site de Fos-sur-Mer	27
Figure 19 : Aperçu du modèle hydraulique 1D, construit sous PCSWMM	29
Figure 20 : Loi Hauteur/Volume des bassins de rétention modélisés sous PCSWMM	30
Figure 21 : Carte des sous bassins versants interceptés par les roubines	35
Figure 22 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 10 ans	37
Figure 23 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 20 ans	37
Figure 24 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 30 ans	37
Figure 25 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 100 ans	38
Figure 26 : Schéma synoptique du diagnostic hydraulique en situation actuelle du réseau structurant d'eau de l'usine de Fos-sur-Mer	40
Figure 27 : Plan d'implantation du projet de la plateforme Nord (source : Tractebel Engie)	42
Figure 28 : Tracé indicatif du nouveau réseau de collecte des eaux de pluie de la plateforme Nord ..	44
Figure 29 : Extrait du plan projet de la plateforme Sud (source : Tractebel Engie)	45
Figure 30 : Plan d'implantation du projet Mistral (source : Tractebel Engie)	47
Figure 31 : Couverture des sols en situation actuelle sur le secteur du projet Mistral	49
Figure 32 : Couverture des sols en situation future sur le secteur du projet Mistral	50
Figure 33 : Carte du découpage en sous bassin versant du site de Fos-sur-Mer avec le projet Mistral	53
Figure 34 : Carte d'implantation prévisionnelle des bassins de rétention du projet Mistral	54
Figure 35 : Plan du zonage pluvial du PLUi de Fos-sur-Mer (2017)	55
Figure 36 : Carte des sous bassins versants interceptés par les roubines en situation future avec le projet Mistral	61

Table des tableaux

Tableau 1 : Extrait de l'arrêté préfectoral concernant le point de rejet vers le milieu récepteur	11
Tableau 2 : Extrait de l'arrêté préfectoral concernant le point de rejet interne de la station de neutralisation	12
Tableau 3 : Extrait de l'arrêté préfectoral concernant le point de rejet interne de l'aciérie	12
Tableau 4 : Caractéristiques de la roubine principale (1/2)	16
Tableau 5 : Caractéristiques de la roubine principale (1/2)	16
Tableau 6 : Caractéristiques de la roubine de la voie ferrée et de la roubine secondaire	18
Tableau 7 : Caractéristiques de la roubine de l'aciérie	18
Tableau 8 : Caractéristiques des bassins de rétention	21
Tableau 9 : Hauteur de pluie (en mm) à la station Météo France d'Istres sur la période 1972-2008 ..	22
Tableau 10 : Caractéristiques physiques des sous bassins versants	24
Tableau 11 : Surfaces des bassins versants par type de couverture	26
Tableau 12 : Caractéristique des roubines modélisées en 1D sous PCSWMM	29
Tableau 13 : Caractéristique des bassins modélisées en 1D sous PCSWMM	30
Tableau 14 : Résultats des volumes maximaux mobilisés (en m ³) et des taux de remplissage (en %) dans les roubines	34
Tableau 15 : Volumes totaux et débit de pointe en entrée du bassin à l'exutoire	36
Tableau 16 : Débits et volumes de pluie interceptés par la plateforme Nord	43
Tableau 17 : Dimensionnement proposé pour le réseau de collecte des eaux de la plateforme Nord ..	44
Tableau 18 : Résultats des calculs hydrauliques pour le réseau de collecte des eaux de la plateforme Nord	44
Tableau 19 : Débits et volumes de pluie interceptés par la plateforme Sud	45
Tableau 20 : Evolution de la couverture des sols de l'usine avec le projet Mistral, sur l'emprise future de l'ICPE	48
Tableau 21 : Caractéristiques physiques des sous bassins versants avec le projet Mistral	51
Tableau 22 : Surfaces des bassins versants par type de couverture et coefficient de ruissellement retenu, avec le projet Mistral	52
Tableau 23 : Débit de fuite et volume utile des bassins de rétention pour la pluie de période de retour 20 ans	56
Tableau 24 : Diamètre minimal des conduites en sortie de bassin	56
Tableau 25 : Volumes mobilisés (en m ³) et taux de remplissage (en %) dans les roubines en situation actuelle et future pour la pluie de période de retour 20 ans	58
Tableau 26 : Résultats des simulations hydrauliques au droit du bassin à l'exutoire pour la situation actuelle et future	59

1. Introduction générale

La société **Marcegaglia** a repris l'exploitation de l'usine sidérurgique qui était jusqu'alors exploitée par la société Ascometal sur le territoire des communes de Fos-sur-Mer et de Port-Saint-Louis-du-Rhône (13). Cette reprise a été réalisée dans les conditions définies par le jugement du tribunal judiciaire de Strasbourg du 31 mai 2024 à la suite du redressement judiciaire de la société Ascometal Fos-sur-Mer.

L'usine sidérurgique est actuellement exploitée dans les conditions prévues par l'autorisation au titre de la police des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), conformément à l'arrêté n°193-2017-PC du 16 novembre 2017. Le bénéfice de cet arrêté a été transféré à la société Marcegaglia par l'arrêté n°2024-161-CE du 26 février 2025 portant changement d'exploitant.

Aujourd'hui, plusieurs projets industriels sont en cours de préparation sur le môle central.

Aux côtés du projet **Mistral**, de la société Marcegaglia, deux autres projets industriels ont vocation à être réalisés, celui de la société NeoCarb au nord et celui de la société GravitHy au sud.

Dans ce cadre, la société AscoFields a engagé des discussions respectivement avec les différents opérateurs industriels afin de définir le périmètre foncier de leurs projets :

- Pour son projet, la société Marcegaglia envisage d'acquérir auprès de la société AscoFields le terrain relevant de l'actuel bail commercial (101 ha), auquel s'ajouterait une emprise d'environ 30 ha au sud,
- Par ailleurs, la société AscoFields entend mettre à disposition des sociétés NeoCarb et GravitHy les terrains connexes pour la réalisation de leurs projets respectifs au nord et au sud,
- Un foncier de 3,4 ha que Marcegaglia va céder à AscoFields qui le rétrocédera au GPMM pour permettre la création d'une nouvelle desserte routière au môle central.

Dans le cadre de la préparation des différents projets industriels, la société Marcegaglia souhaite réaliser une étude hydraulique de gestion des eaux pluviales du site de Fos-sur-Mer.

La présente étude vise donc à réaliser un **diagnostic hydraulique et réglementaire** vis-à-vis la gestion des eaux pluviales du site en état actuel, étudier des **solutions de gestion des eaux pluviales** en phase travaux de rapatriement des matériaux et encombrants, et définir un **schéma directeur des eaux pluviales** pour la nouvelle extension.

2. Contexte de l'usine sidérurgique de Fos-sur-Mer

2.1. Localisation du site

L'**usine sidérurgique de Marcegaglia** se situe sur les communes de Fos-sur-Mer et de Port-Saint-Louis-du-Rhône (13), à l'ouest de la Darse n°1, Golfe de Fos.

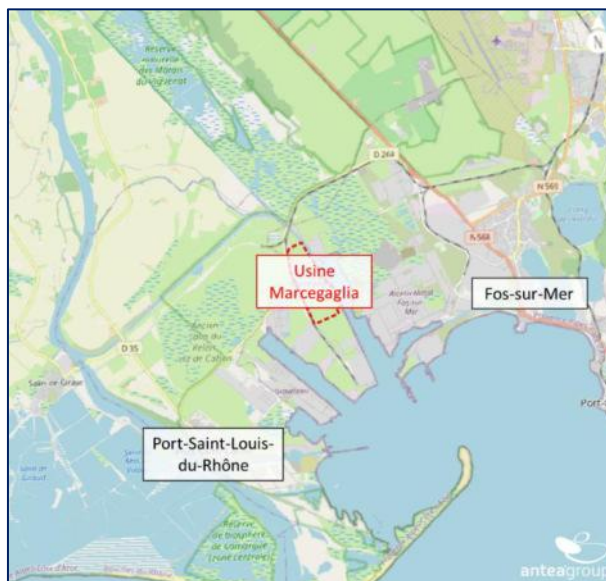


Figure 1 : Localisation de l'usine Marcegaglia de Fos-sur-Mer

2.2. Documents et données collectées

Les documents fournis par le Maître d'Ouvrage au démarrage de la mission sont les suivants :

- Le **plan topographique** du site de l'usine de 2013 : *2013Xref-TOPO-GPMM_CABAN.dxf* et *Xref-TOPO-GPMM_CABAN 2.dwg*,
- Le **plan de repérage des portes, routes et voies ferrées** : *1-106-842E.dwg* (dernière mise à jour le 22/05/2024),
- Le **plan masse** de l'usine : *F0-120-091.dwg* (dernière mise à jour le 20/06/2017),
- Le **tracé schématique du rejet des eaux** : *F0-174-207.dwg* (dernière mise à jour le 07/10/2016),
- Des **plans de recollement** et **cahier de profils en travers** du réseau d'assainissement pluvial du site de 1971 : *fichiers numérotés F0-112-277.tif à F0-112-292.tif*,
- L'**arrêté préfectoral du 16/11/2017** portant prescriptions complémentaires à la société Asco Industries dans le cadre d'une part, du changement d'exploitant à son profit de l'usine sidérurgique sur le territoire des communes de Fos-sur-Mer et de Port Saint Louis du Rhône et d'autre part, de l'actualisation des prescriptions de l'autorisation d'exploiter cette dernière pour tenir compte des nouvelles rubriques actant la directive SEVESO, et de l'application de la directive IED,
- Le rapport d'**étude des rejets du site**, étude réalisée par le bureau d'étude IRH en 2008,

- La chronique journalière des **volumes rejetés en 2025** à l'exutoire, à la station de neutralisation et à l'unité de traitement des eaux de l'aciérie,
- Les plans du **projet de la plateforme Nord et Sud**, fournis par Tractebel Engie et comprenant la vue en plan avec profils, le plan d'implantation, les profils en travers type et le plan de raccordement électrique,
- Les plans du **projet Mistral d'extension de l'usine**, fournis par Tractebel Engie et comprenant le plan d'implantation général, le plan masse et le plan général des points d'émission de polluants.

Des données complémentaires ont été recueillies au démarrage de l'étude, à savoir :

- Les documents du **Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Fos-sur-Mer**, dont la dernière révision n°3 a été approuvée le 27 février 2025,
- Les **chroniques de pluie à la station Météo France d'Istres** (ID 13047001) sur l'année 2025 au pas de temps 6 minutes,
- Le **Modèle Numérique de Terrain (MNT)** issu de la donnée LiDAR HD de l'IGN.

2.3. Contexte administratif

L'exploitation de l'usine sidérurgique est régie par l'**arrêté préfectoral n°193-2017-PC du 16 novembre 2017** (bénéfice transféré à la société Marcegaglia par l'arrêté n°2024-161-CE du 26 février 2025 portant changement d'exploitant)

Les prescriptions relatives à la gestion des eaux (effluents liquides) relèvent du **TITRE 4 PROTECTION DES RESSOURCES EN EAUX ET DES MILIEUX AQUATIQUES**.

Les articles suivants de cet arrêté préfectoral concernent notamment les eaux pluviales :

- Article 4.2.1 : « [...] *Tous les effluents aqueux sont canalisés. [...]* ».

L'exploitant se doit de collecter et de **canaliser l'ensemble des eaux** du site, dont les eaux pluviales.

- Article 4.2.2 : « [...] *Un schéma de tous les réseaux et un plan des égouts sont établis par l'exploitant, régulièrement mis à jour, notamment après chaque modification notable, et datés. [...]* ».

Le tracé schématique du rejet des eaux est fourni au sein du **plan F0-174-207** (cf. Figure 2) dont la dernière mise à jour date du 27/03/2001.

- Article 4.3.1 : « [...] *L'exploitant est en mesure de distinguer les différentes catégories d'effluents suivants :*
 - *Les eaux exclusivement pluviales et eaux non susceptibles d'être polluées ; [...]* ».

Les **eaux pluviales** font partie intégrante des effluents aqueux.

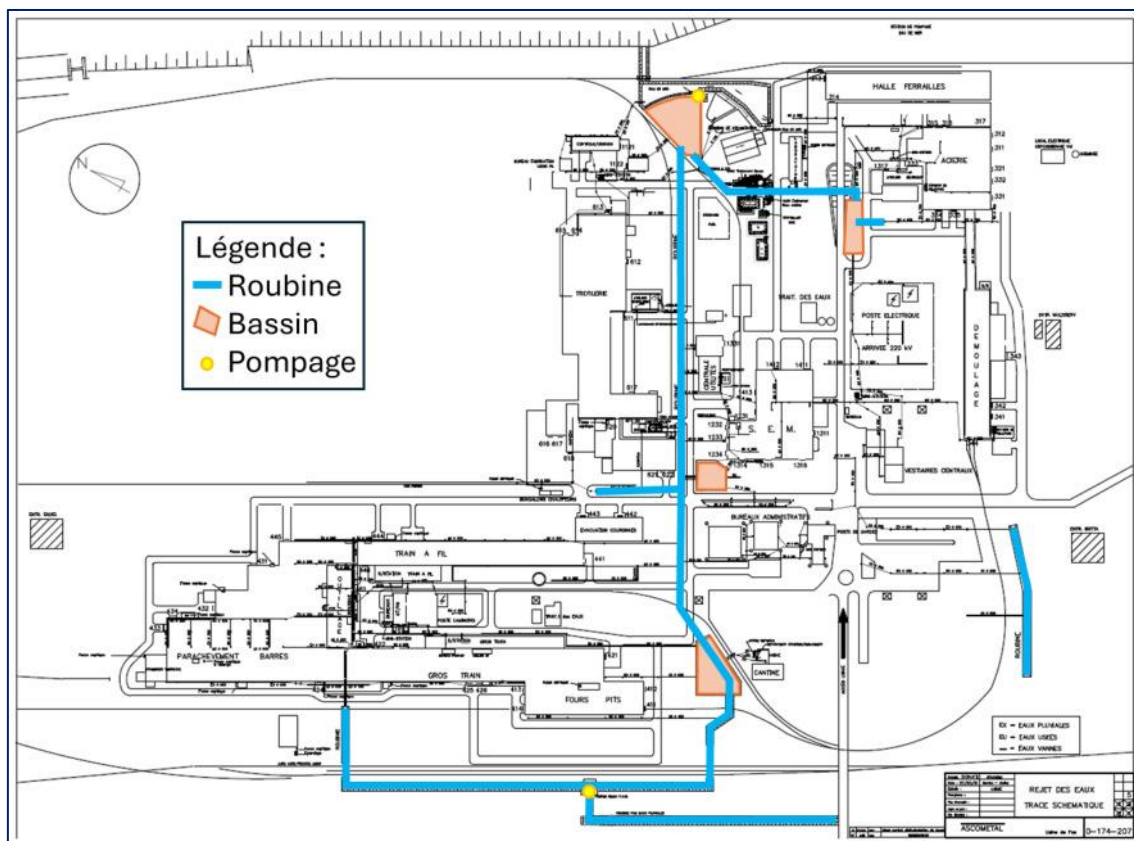


Figure 2 : Tracé schématique du rejet des eaux de l'usine (source : Marcegaglia, plan F0-174-207)

- Article 4.3.5 : « [...] Les réseaux de collecte des effluents générés par l'établissement aboutissant au(x) point(s) de rejet qui présente(nt) les caractéristiques suivantes : [...] ».

L'arrêté impose un unique point de rejet vers le milieu récepteur (cf. localisation en Figure 3). Le milieu récepteur est le **Golfe de Fos, Darse n°1**. Le débit maximal journalier autorisé est de **2 200 m³/j**.

Point de rejet vers le milieu récepteur codifié par le présent arrêté	Rejet final
Coordonnées (Lambert II étendu)	X : 803493 Y : 1829937
Nature des effluents	Mélange de l'eau issue de la station de neutralisation des eaux de l'atelier de traitement de surface, des autres eaux industrielles, des eaux pluviales et des eaux domestiques
Débit maximal journalier (m³/j)	2 200
Exutoire du rejet	Milieu naturel : Golfe de Fos/Darse n°1
Milieu naturel récepteur ou Station de traitement collective	Golfe de Fos/Darse n°1* - code SANDRE : DC04
Traitement avant rejet	Traitement physico-chimique (station de neutralisation) pour les effluents de l'atelier de traitement de surface. Traitement physico-chimique (unité de traitement des eaux aciérie) pour les effluents en sortie du bassin B4 (eaux de lavage des filtres du dégazeur de l'aciérie)

Tableau 1 : Extrait de l'arrêté préfectoral concernant le point de rejet vers le milieu récepteur



Figure 3 : Localisation des points de rejet des effluents liquides

- Article 4.3.5.1 : « [...] Repères internes [...] ».

Pour les deux points de rejet interne (cf. localisation en Figure 3 ci-dessus), l'arrêté autorise :

- Un débit maximal journalier de **610 m³/j** à la sortie de la station de neutralisation des eaux de l'atelier de traitement de surface, vers la **Roubine principale** du site,
- Un débit maximal journalier de **400 m³/j** à la sortie de l'aciérie, vers la **Roubine 2**.

Point de rejet interne à l'établissement	sortie de la station de neutralisation des eaux de l'atelier de traitement de surface
Coordonnées ou autre repérage cartographique	Voir plan en annexe 2
Nature des effluents	eaux polluées
Débit maximal journalier (m ³ /j)	610
Exutoire du rejet	Roubine principale du site
Traitement avant rejet	physico-chimique

Tableau 2 : Extrait de l'arrêté préfectoral concernant le point de rejet interne de la station de neutralisation

Point de rejet interne à l'établissement	sortie de l'aciérie (en sortie B4) avant rejet vers la roubine N°2
Coordonnées ou autre repérage cartographique	Voir plan en annexe 2
Nature des effluents	eaux polluées
Débit maximal journalier (m ³ /j)	400
Exutoire du rejet	Roubine 2
Traitement avant rejet	

Tableau 3 : Extrait de l'arrêté préfectoral concernant le point de rejet interne de l'aciérie

- Article 4.3.9.3 : « Eaux de rejets de la centrale ».

Pour la centrale, l'arrêté limite le débit des eaux résiduelles de ce rejet à **50m³/j**.

- Article 4.3.9.4 : « Eaux de l'atelier d'entretien ».

Pour l'atelier d'entretien, l'arrêté limite le débit de ce rejet à **50m³/j**.

- Article 4.3.9.5 : « Rejets interdits ».

Cet article mentionne que les rejets aqueux des ateliers des laminoirs et du train à fil sont **interdits**.

2.4. Présentation du réseau de collecte des eaux pluviales

2.4.1. Présentation générale du réseau

Le réseau de collecte des eaux pluviales de l'usine de Fos-sur-Mer est centré sur les roubines qui convergent vers le bassin exutoire à l'est du site (cf. plan principal du réseau de collecte des eaux pluviales en Figure 5 en page suivante).

2.4.2. Levés topographiques complémentaires

Après analyse des données fournies, l'ancienneté des plans du réseau, ainsi que le manque de précision de leurs renseignements, ne permettent pas d'identifier la topographie ni les caractéristiques du réseau d'eau pluviales (fil d'eau, diamètres, dimensions).

Des **levés topographiques complémentaires** ont donc été réalisés sur le réseau structurant composé des roubines et bassins de rétention. La carte ci-après présente le linéaire des levés effectués au mois de février 2026.

Des levés topographiques au niveau du bassin à l'exutoire ainsi que le bassin de rétention dans la zone de l'aciérie ont également été réalisés (cf. extrait ci-dessous).



Figure 4 : Levé topographique du bassin à l'exutoire (gauche) et au niveau de l'aciérie (droite)

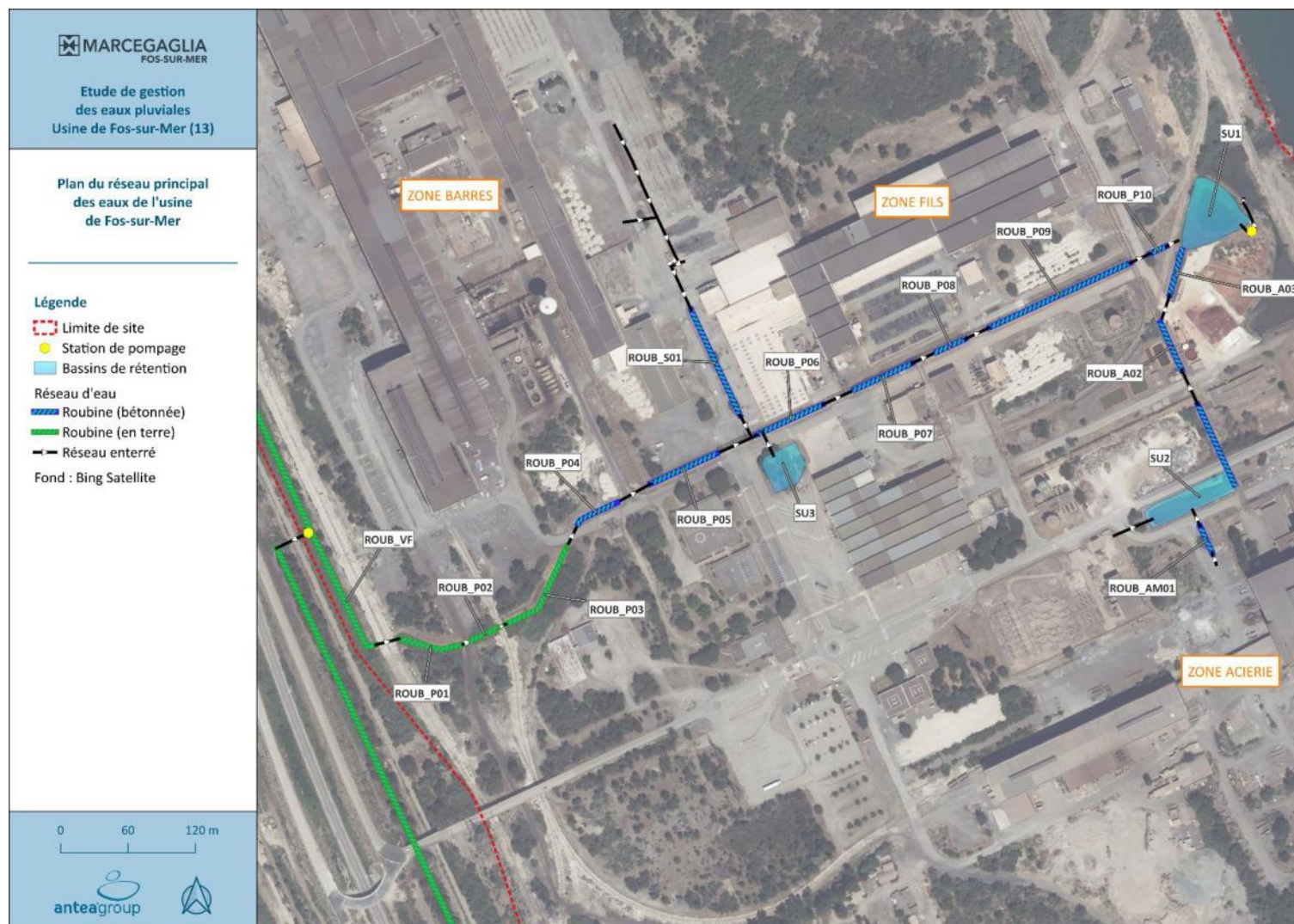


Figure 5 : Carte du réseau principal des eaux du site Marcegaglia



Figure 6 : Cartographie des relevés topographiques complémentaires réalisés en février 2026

2.4.3. Présentation détaillée du réseau

Le réseau de roubines est structuré en 4 axes principaux qui sont :

- **La roubine principale :**

Cette section correspond à la **roubine principale** qui traverse le site d'ouest en est. Elle est longue de **581m** pour un volume total de **6 120m³**. Comme l'illustrent les photos suivantes, la roubine présente une section trapézoïdale enherbée sur les 176 premiers mètres puis une section rectangulaire bétonnée de 2,5m de fond pour 3m de large jusqu'à son exutoire dans le bassin.



Figure 7 : Roubine principale sur sa partie amont (photo de gauche) et sur sa partie aval (photo de droite)

Elle est décomposée en 10 tronçons identifiés sur la carte en page suivante, et dont les caractéristiques sont les suivantes :

Roubine	ROUB_P01	ROUB_P02	ROUB_P03	ROUB_P04	ROUB_P05
Fil d'eau amont	-0,03 mNGF	0,03 mNGF	-0,21 mNGF	-0,08 mNGF	0,04 mNGF
Fil d'eau aval	-0,03 mNGF	0,03 mNGF	0,02 mNGF	0,01 mNGF	0,02 mNGF
Longueur	59 m	25 m	92 m	40 m	64 m
Section	Trapèze enherbé	Trapèze enherbé	Trapèze enherbé	U bétonné	U bétonné
Profondeur	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m
Largeur	5,0 m (en fond)	5,0 m (en fond)	5,0 m (en fond)	3,0 m	3,0 m
Volume	1 030 m ³	440 m ³	1 610 m ³	300 m ³	480 m ³

Tableau 4 : Caractéristiques de la roubine principale (1/2)

Roubine	ROUB_P06	ROUB_P07	ROUB_P08	ROUB_P09	ROUB_P10
Fil d'eau amont	0,02 mNGF	0,01 mNGF	0,02 mNGF	0,05 mNGF	-0,06 mNGF
Fil d'eau aval	0,03 mNGF	0,03 mNGF	0,02 mNGF	0,04 mNGF	-0,01 mNGF
Longueur	64 m	56 m	28 m	138 m	15 m
Section	U bétonné	U bétonné	U bétonné	U bétonné	U bétonné
Profondeur	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m
Largeur	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m
Volume	480 m ³	420 m ³	210 m ³	1 040 m ³	110 m ³

Tableau 5 : Caractéristiques de la roubine principale (1/2)

- **La roubine de la voie ferrée :**

Cette roubine longe les voies ferrées, le long de la frontière ouest du site. Ses caractéristiques sont données dans le Tableau 6 ci-après. Elle récupère les eaux de la zone « BARRES » et est connectée en aval à la roubine principale.

Au 2/3 environ de son linéaire se trouve une station de pompage (cf. localisation en Figure 11 et photo ci-dessous) qui permet de pomper les eaux de la roubine vers un réseau de roubine extérieur au site.

A noter qu'aucune information n'a été fournie concernant cette station de pompage, notamment la capacité de la pompe, sa courbe de fonctionnement ou la chronique des débits pompés.



Figure 8 : Roubine de la voie ferrée (photo de gauche) et station de pompage (photo de droite)

- **La roubine secondaire :**

La dernière roubine est une roubine dite secondaire qui est localisée à l'ouest de la zone dite « FILS ». Elle récupère les eaux des zones de stockage extérieures et une partie des bâtiments de la zone « FILS » pour les rediriger vers la roubine principale.



Figure 9 : Roubine secondaire

Ses caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Roubine	ROUB_VF (Voie ferrée)	ROUB_S01 (Secondaire)
Fil d'eau amont	/ mNGF	0,20 mNGF
Fil d'eau aval	/ mNGF	0,03 mNGF
Longueur	450 m	103 m
Section	Trapèze enherbé	U bétonné
Profondeur	2,5* m	2,5 m
Largeur	5,0* m	2,0 m
Volume	9 880* m ³	515 m ³

Tableau 6 : Caractéristiques de la roubine de la voie ferrée et de la roubine secondaire

**paramètres estimés pour la roubine de la voie ferrée*

● La roubine de l'aciérie :

Au sud-est de l'usine, au niveau de l'aciérie, le réseau de collecte des eaux pluviales se concentre sur un premier tronçon de roubine (notée ROUB_AM01) bétonnée, de 26m de long, qui se jette dans un bassin de rétention (noté SU2). L'exutoire du bassin rejoint la roubine dite de l'aciérie, section rectangulaire bétonnée de 165m de long, ayant pour exutoire le même bassin que la roubine principale.



Figure 10 : Roubine en amont du bassin de l'aciérie (photo de gauche) et en aval de l'aciérie (photo de droite)

Cette **roubine de l'aciérie** est longue de **191m** pour un volume total de **1 330m³**. Les caractéristiques des différents tronçons de cette roubine sont données dans le tableau suivant.

Roubine	ROUB_AM01	ROUB_A01	ROUB_A02	ROUB_A03
Fil d'eau amont	0,34 mNGF	0,00 mNGF	0,01 mNGF	-0,04 mNGF
Fil d'eau aval	0,01 mNGF	0,01 mNGF	-0,03 mNGF	0,08 mNGF
Longueur	26 m	78 m	46 m	41 m
Section	U bétonné	U bétonné	U bétonné	U bétonné
Profondeur	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m
Largeur	3,0 m	3,0 m	3,0 m	2,0 m
Volume	195 m ³	585 m ³	345 m ³	205 m ³

Tableau 7 : Caractéristiques de la roubine de l'aciérie

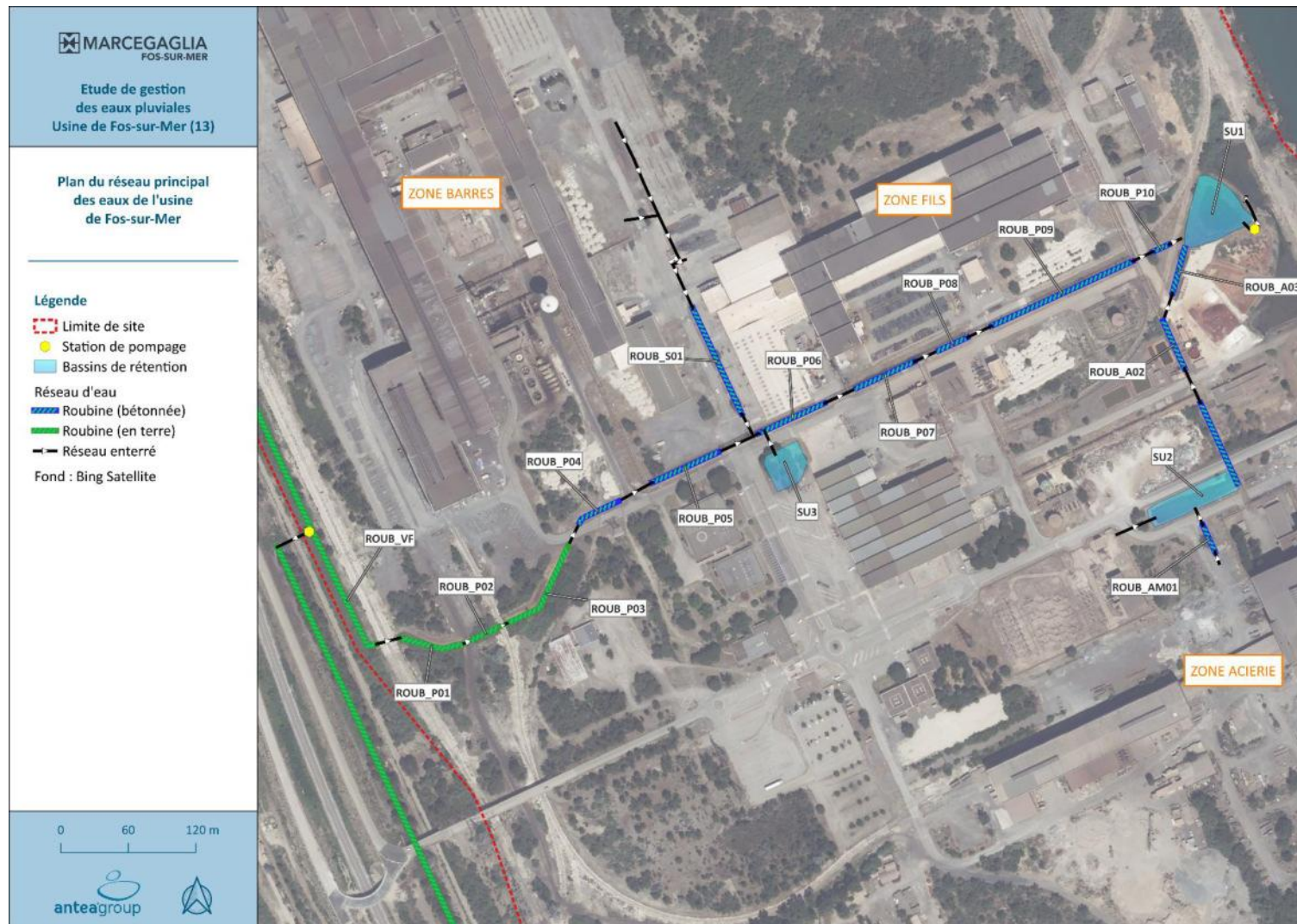


Figure 11 : Carte du réseau principal des eaux du site Marcegaglia

Le réseau comporte 3 bassins de rétention (localisés sur la carte de la Figure 11), à savoir :

- **Le bassin à l'exutoire (noté SU1) :**

Ce bassin est situé à l'exutoire et reçoit l'intégralité des eaux collectées par la roubine principale et la roubine de l'aciérie. Il présente un volume total estimé de 2 450m³ (à la cote de 1,20mNGF), ses caractéristiques sont détaillées dans le Tableau 8. Les eaux du bassin sont ensuite pompées vers la Darse n°1.



Figure 12 : Bassin à l'exutoire (photo de gauche) et sortie en station de pompage (photo de droite)

- **Le bassin sur la zone de l'aciérie (noté SU2) :**

En amont de la roubine de l'aciérie, il existe un bassin de rétention qui collecte notamment les eaux du Poste Electrique et de la zone « Démoulage ». Ce bassin, d'un volume total estimé de 1 520m³ (à la cote de 1,95mNGF) (cf. Tableau 8 pour ses caractéristiques détaillées), est connecté à la roubine de l'aciérie en aval via une ouverture de type cadre de 3,2m de large pour 2m de haut (cf. photo de gauche ci-dessous).



Figure 13 : Bassin de rétention au niveau de l'aciérie (photo de gauche) et liaison aval avec la roubine de l'aciérie (photo de droite)

- **Le bassin au niveau du bâtiment S.E.M. (noté SU3) :**

Le troisième bassin de rétention se situe au niveau du bâtiment S.E.M. et récupère les eaux du bâtiment ainsi que les eaux de voirie entre ce bâtiment et les bureaux administratifs. D'un volume total de 570m³ (à la cote de 1,80mNGF) (cf. Tableau 8 pour ses caractéristiques détaillées), il a pour exutoire la roubine principale.

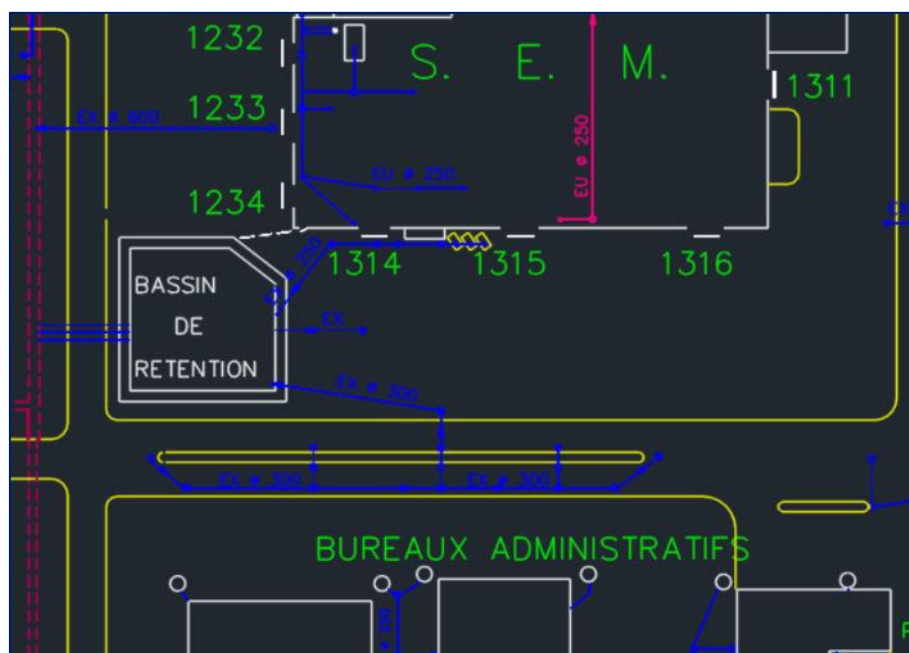


Figure 14 : Emprise du bassin de rétention au niveau du bâtiment S.E.M. (source : Plan de rejet des eaux, Marcegaglia)

Les caractéristiques des 3 bassins de rétention identifiés sont détaillées dans le Tableau 8 ci-dessous. Les données ont été estimées à partir du plan topographique fourni au démarrage de l'étude (fichier : *Xref-TOPO-GPMM_CABAN 2.dwg*) complété par les levés topographiques réalisés pour la présente mission (cf. §2.4.2).

Bassin	SU1 (Bassin exutoire)	SU2 (Bassin de l'aciérie)	SU3 (Bassin bâtiment S.E.M.)
Fond du bassin	-0,32 mNGF	-0,20 mNGF	0,88 mNGF
Surface	2 090 m²	1 170 m²	880 m²
Profondeur	1,52 m	2,15 m	0,92 m
Volume	2 450 m³	1 520 m³	570 m³

Tableau 8 : Caractéristiques des bassins de rétention

Faute de données bathymétriques plus précises du bassin exutoire (SU1) et du bassin de l'aciérie (SU2), la géométrie de ces bassins a été reconstituée à partir du point le plus profond identifié depuis les berges lors des levés topographiques complémentaires.

2.5. Contexte pluviométrique

La pluviométrie de référence est retenue à la station Météo France d'Istres (ID 13047001), située à 10km environ au nord-est de l'usine de Fos-sur-Mer.

Cette station est retenue dans la mesure où :

- C'est la station de référence utilisée dans le cadre du schéma directeur d'assainissement pluvial et zonage, annexé au PLU de Fos-sur-Mer,
- Et il s'agit de la station la plus proche du site d'étude fournissant des données de pluie infra-horaires.



Figure 15 : Stations du réseau Météo France à proximité de l'usine de Fos-sur-Mer

Les hauteurs précipitées par période de retour et par durée de pluie sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Période de retour	Durée de la pluie							
	6 min	15 min	30 min	1 h	2 h	6 h	12 h	24 h
10 ans	12,7	22,3	35,1	49,1	62,9	89,4	106,4	120,4
20 ans	15,6	25,3	38,9	55,6	73,1	111,9	133,9	151,3
30 ans	17,5	27,1	40,8	59,2	79,1	127,2	152,5	172,4
100 ans	24,6	32,2	45,8	69,0	97,3	184,3	222,2	252,6

Tableau 9 : Hauteur de pluie (en mm) à la station Météo France d'Istres sur la période 1972-2008

3. Diagnostic hydraulique de la gestion des eaux pluviales du site en situation actuelle

L'analyse de la gestion des eaux pluviales de l'usine de Fos-sur-Mer est basée sur une modélisation hydrologique et hydraulique. Celle-ci a permis d'établir un **diagnostic du fonctionnement actuel** en cas d'épisode pluvieux.

La configuration du site prise en compte pour ce diagnostic est celle de l'usine à la date de démarrage de l'étude (**février 2026**).

3.1. Modèle utilisé

La modélisation du fonctionnement hydraulique de l'usine a été réalisé à l'aide du **logiciel PCSWMM** développé par CHI (Computational Hydraulics International).

L'outil permet de simuler de manière intégrée la genèse des **ruissellements** (modélisation hydrologique pluie-débit) et la propagation des **écoulements** en conduite (modélisation hydraulique 1D) sur des bassins versants à dominante urbaine et dans des systèmes d'assainissement.

Dans le cadre de la présente étude, le modèle 1D est limité à la représentation du **réseau pluvial structurant** du site d'étude (les roubines et les bassins de rétention).

3.2. Définition des hypothèses pluviométriques

Les périodes de retour des pluies de projet retenues dans le cadre de l'étude sont les suivantes :

- Pluie de période de retour **10 ans**,
- Pluie de période de retour **20 ans**,
- Pluie de période de retour **30 ans**,
- Pluie de période de retour **100 ans**.

La pluie décennale et la pluie trentennale sont les événements à caractériser pour le dimensionnement du réseau d'eau pluvial. La pluie centennale est étudiée pour appréhender les conséquences d'un événement pluvieux extrême.

Les **pluies de projet** construites dans le cadre de cette étude sont des pluies de type double triangle symétriques.

En France, la pluie double-triangle est couramment utilisée. L'élaboration de cette forme de pluie de projet repose sur le constat que les événements pluvieux réels provoquant des désordres dans les réseaux pluviaux sont généralement constitués d'une période de pluie intense relativement courte située à l'intérieur d'une séquence de pluie de quelques heures.

Desbordes (1974) a donc proposé de choisir une forme particulière de pluie de projet en raisonnant non plus par rapport au phénomène physique, mais par rapport aux éléments auxquels le modèle de ruissellement est sensible. Cette analyse a montré que la forme double triangle fournissait des formes d'hydrogrammes et des valeurs de débit maximum peu sensibles à des erreurs sur le paramètre principal du modèle de ruissellement : le temps de décalage entre le centre de gravité du hyétogramme de pluie et le centre de gravité de l'hydrogramme des débits engendrés à l'exutoire du bassin versant.

Dans le cadre de la présente étude, les pluies de projet sont établies avec une **durée intense de 15 minutes** et une **durée totale de 6 heures**. Ce modèle de pluie est représentatif des événements intenses se produisant sur les régions du sud de la France. Ces durées sont également les plus pénalisantes pour les volumes générés parmi la gamme de pluie testées dans le cadre de l'étude.

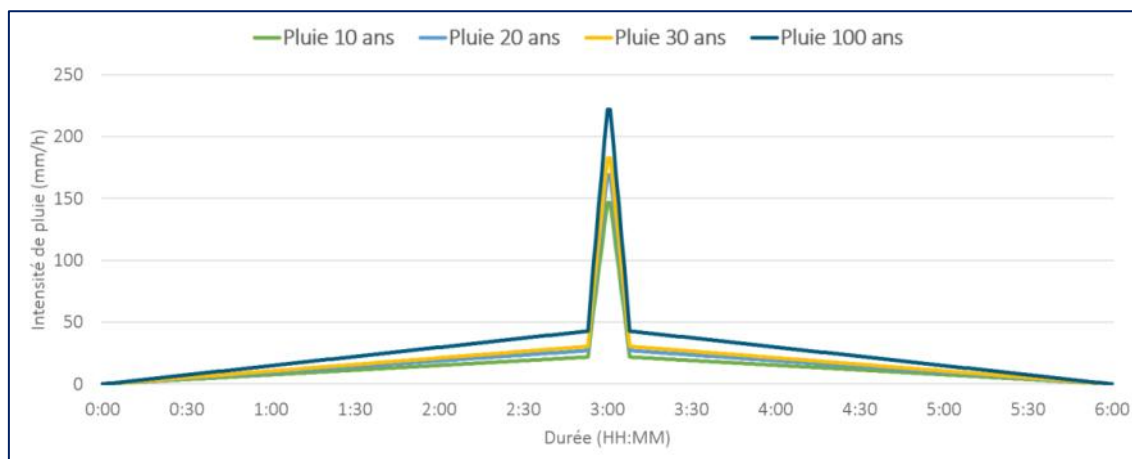


Figure 16 : Pluies de projet double triangle de période de retour 10, 20, 30 et 100 ans

3.3. Analyse hydrologique

3.3.1. Sous bassins versants et paramètres physiques

L'emprise totale modélisée, d'une superficie d'environ 60ha, est découpée en **25 sous-bassins versants**, représentés sur la Figure 17 et dont les caractéristiques physiques sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Sous bassin versant	Surface (ha)	Longueur hydraulique (m)	Pente hydraulique (%)
A	3,02	250	1,0%
B	9,08	477	1,0%
C	6,27	364	1,0%
D	0,68	132	0,2%
E	1,07	109	1,0%
F	4,04	384	0,1%
G	1,88	313	0,1%
H	4,11	340	1,0%
I	2,27	211	0,3%
J	1,95	213	0,2%
K	0,94	151	0,3%
L	1,29	145	1,0%
M	1,70	203	1,0%

Sous bassin versant	Surface (ha)	Longueur hydraulique (m)	Pente hydraulique (%)
N	2,71	209	1,0%
O	1,14	132	0,2%
P	1,36	122	1,6%
Q	1,68	187	1,0%
R	0,45	150	0,1%
S	0,57	62	1,2%
T	2,38	362	1,0%
U	1,98	205	0,5%
V	2,10	226	1,0%
W	0,32	39	15,0%
X	5,09	389	0,2%
Y	3,63	387	1,0%

Tableau 10 : Caractéristiques physiques des sous bassins versants

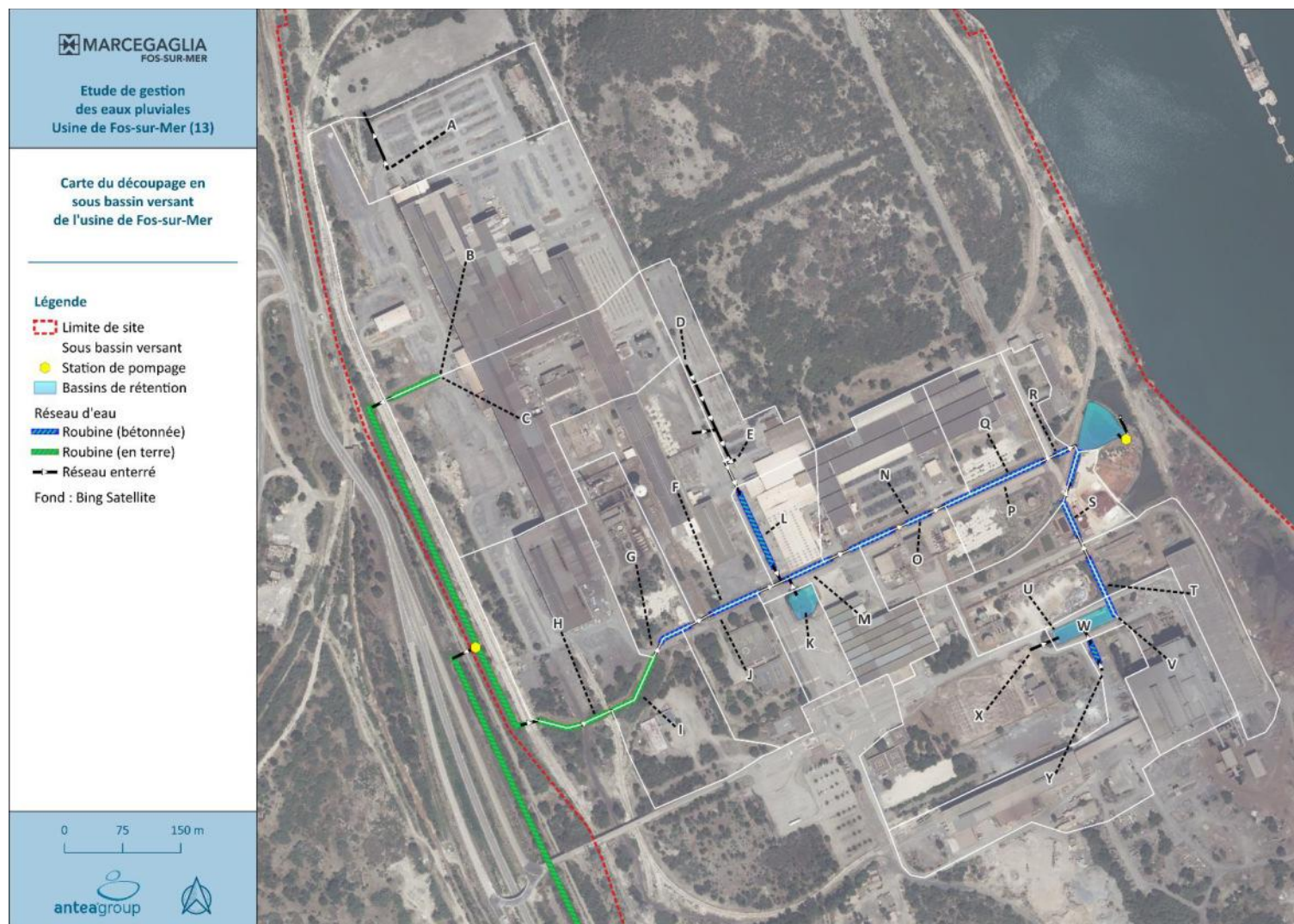


Figure 17 : Carte du découpage en sous bassin versant du site de Fos-sur-Mer

3.3.2. Coefficient de ruissellement

Le pourcentage d'imperméabilisation des sous bassins versants est déterminé en fonction de la couverture du sol.

Sur la base des plans fournis (plan masse et plan des routes), il est estimé les surfaces par types de couverture : **bâtis**, **voiries** et **espaces naturels**. Les surfaces restantes sont classées en autres.

Les voiries recouvrent plus de la moitié de la surface totale (56%). L'emprise des bâtiments représente un quart de la surface totale (26%). Sur le reste des surfaces, seulement 3% représente des espaces végétalisés.

Le détail par sous bassin versant est donné dans le tableau ci-dessous, illustré par la cartographie en Figure 18.

Les coefficients de ruissellement définis par sous bassin versant (cf. tableau ci-dessous) sont retenus au prorata de la couverture du sol sur la base des coefficients suivants :

- Bâtis : 100%,
- Voiries : 95%,
- Espaces naturels : 40%,
- Autres surfaces : 60% (principalement composées de sols nus, de terre compactée et de végétation clairsemée).

Le coefficient de ruissellement global du site est de **89%**.

Sous BV	Surfaces (ha)				Cr
	Bâtis	Voiries	Naturels	Autres	
A	0,00	1,92	0,06	1,03	0,82
B	3,17	4,75	0,00	1,16	0,92
C	1,93	3,33	0,07	0,94	0,91
D	0,00	0,68	0,00	0,00	0,95
E	0,30	0,77	0,00	0,00	0,96
F	0,94	2,64	0,00	0,46	0,92
G	0,15	0,94	0,26	0,53	0,78
H	0,99	1,78	0,40	0,94	0,83
I	0,12	0,68	0,47	1,00	0,69
J	0,49	0,18	0,00	1,28	0,73
K	0,00	0,76	0,00	0,18	0,88
L	0,80	0,44	0,00	0,05	0,97
M	1,06	0,54	0,00	0,10	0,96

Sous BV	Surfaces (ha)				Cr
	Bâtis	Voiries	Naturels	Autres	
N	1,33	1,22	0,00	0,16	0,95
O	0,21	0,85	0,00	0,08	0,94
P	0,00	1,18	0,01	0,17	0,90
Q	0,60	0,94	0,00	0,14	0,94
R	0,00	0,20	0,00	0,25	0,75
S	0,02	0,26	0,00	0,29	0,77
T	0,94	1,28	0,00	0,16	0,95
U	0,04	1,93	0,01	0,00	0,95
V	1,04	1,06	0,00	0,00	0,97
W	0,00	0,13	0,09	0,10	0,68
X	0,14	4,16	0,26	0,53	0,89
Y	0,99	2,05	0,00	0,59	0,91

Tableau 11 : Surfaces des bassins versants par type de couverture

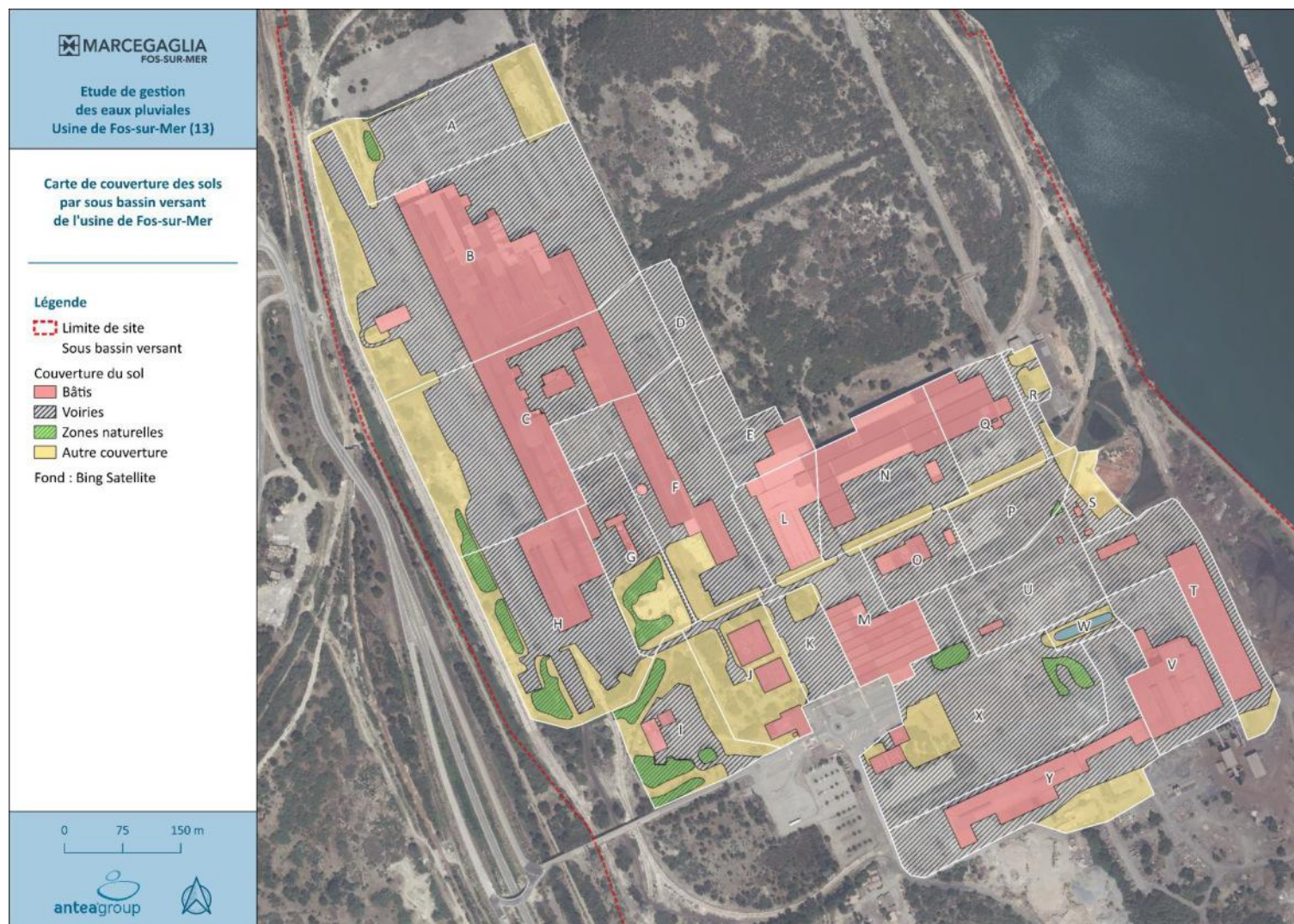


Figure 18 : Carte de couverture des sols par sous bassin versant du site de Fos-sur-Mer

3.4. Construction du modèle hydraulique

Le modèle réalisé sous le logiciel PCSWMM est une **modélisation 1D** du réseau d'eau structurant de l'usine de Fos-sur-Mer. Il intègre également la **modélisation pluie-débit** des sous bassins versants interceptés par le réseau d'eau.

3.4.1. Architecture du modèle

3.4.1.1. Modèle hydrologique

La transformation pluie-débit est directement réalisé sous le logiciel PSWCMM.

Pour la situation actuelle, **24 sous bassin versants** sont intégrés dans le modèle hydraulique (sous bassins versants B à Y,). Les caractéristiques physiques et hydrologiques sont renseignées dans le logiciel (cf. §3.3) pour chaque bassin versant.

Le modèle de ruissellement utilisé est la **méthode de Desbordes** (Desbordes, 1975). Il s'agit d'un modèle de stockage linéaire adapté aux bassins équipés d'un réseau d'assainissement.

Le modèle repose sur un stockage proportionnel au débit de sortie :

$$S(t) = K \cdot Q(t)$$

Avec : $S(t)$ = le stockage en mm,

$Q(t)$ = le débit de ruissellement en mm/dt,

K = le temps de réponse du bassin en min

Le **temps de réponse du bassin** (paramètre K) est estimé grâce aux paramètres physiques du bassin (surface, pente, imperméabilisation, longueur) et aux paramètres de la pluie (durée et hauteur de la pluie intense). Le calcul du paramètre K montre que la réponse hydrologique du bassin est fortement influencée par l'**imperméabilisation** et la **pente**.

Les bassins versants modélisés sont indiqués sur l'aperçu du modèle hydraulique 1D en Figure 19.

3.4.1.2. Modèle hydraulique 1D

Le modèle du réseau d'eau est établi sur la base des plans fournis par Marcegaglia complétés des relevés topographiques complémentaires (cf. §2.4.2) et des observations lors de la visite sur site.

La figure en page suivante présente le plan du réseau tel qu'il est modélisé dans la présente étude. En l'absence de connexion au réseau principal en situation actuelle, le sous-bassin versant A n'est pas intégré à la modélisation hydraulique 1D.

Le modèle du réseau d'eau intègre :

- 16 tronçons de roubines, représentant un linéaire total de 1,3km,
- 25 tronçons de canalisations et caniveaux, représentant un linéaire total de 730m,
- 3 bassins de rétention, représentant un volume total de 4 500m³.

Un coefficient de Strickler de **60** est retenu pour modéliser la rugosité des canalisations, correspondant à un béton ancien.

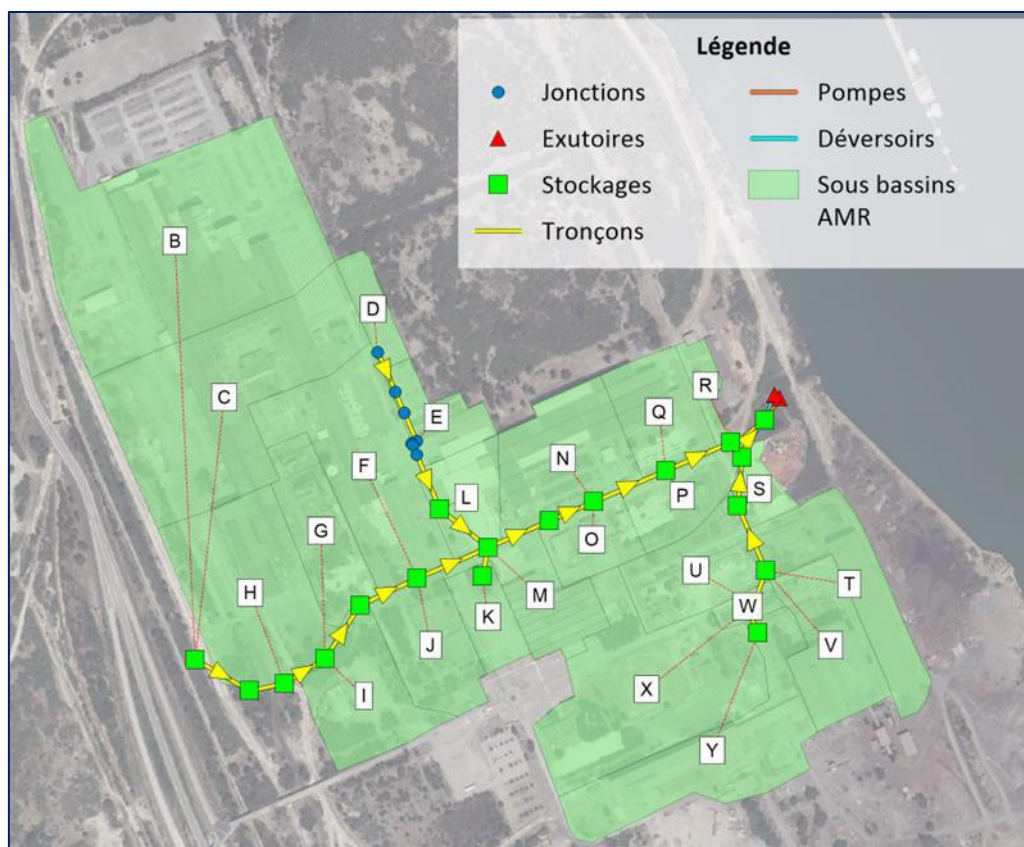


Figure 19 : Aperçu du modèle hydraulique 1D, construit sous PCSWMM

Les roubines sont représentées dans le modèle hydraulique 1D comme un ensemble de **stockage en série**, reliés par des canalisations modélisant les passages busés entre roubines. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Tronçon	ROUB_P01	ROUB_P02	ROUB_P03	ROUB_P04	ROUB_P05	ROUB_P06	ROUB_P07	ROUB_P08
Fond (mNGF)	-0,03	0,03	-0,21	-0,08	0,02	0,02	0,01	0,02
Longueur (m)	59	25	92	40	64	64	56	28
Volume utile (m³)	1 030	440	1 610	300	480	480	420	210
Tronçon	ROUB_P09	ROUB_P10	ROUB_A01	ROUB_A02	ROUB_A03	ROUB_AM01	ROUB_S01	ROUB_VF
Fond (mNGF)	0,04	-0,06	0,00	-0,03	-0,04	0,01	0,03	0,00
Longueur (m)	138	15	78	46	41	26	103	450
Volume utile (m³)	1 040	110	585	345	205	195	515	7 880

Tableau 12 : Caractéristique des roubines modélisées en 1D sous PCSWMM

Les 3 bassins de rétentions sont modélisés dans le modèle 1D comme stockage, dont les caractéristiques sont données dans le Tableau 13 ci-après. Les loi Hauteur-Volume (cf. Figure 20) sont estimées à partir des plans topographiques fournis, complétés par les investigations complémentaires réalisées au démarrage de l'étude.

Bassin	Bassin à l'exutoire	Bassin de l'aciérie	Bassin au bâtiment S.E.M.
Localisation			
Cote fond (mNGF)	-0,32	-0,20	0,88
Profondeur (m)	1,52	2,15	0,92
Surface (m ²)	2 090	1 170	880
Volume (m ³)	2 450	1 520	570
Exutoire	Pompage ou surverse vers la Darse n°1	Rejet dans la roubine de l'aciérie (ROUB_A01)	Rejet dans la roubine principale (ROUB_P06)

Tableau 13 : Caractéristique des bassins modélisés en 1D sous PCSWMM

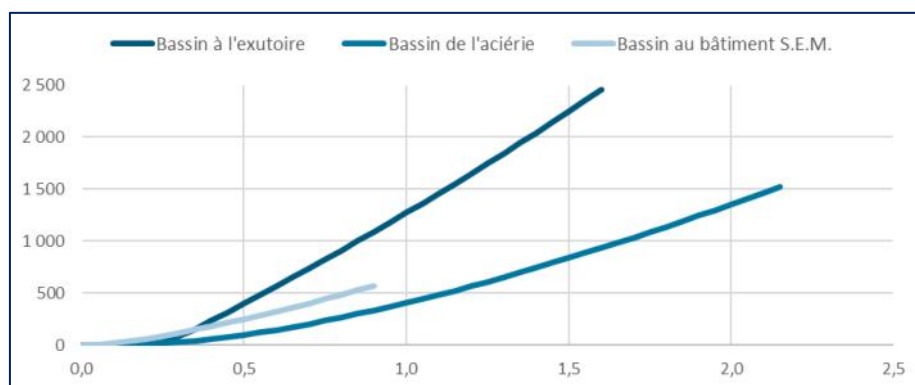


Figure 20 : Loi Hauteur/Volume des bassins de rétention modélisés sous PCSWMM

3.4.2. Conditions aux limites

Les conditions aux limites du modèle 1D sont les suivantes :

- Limite amont : **Eaux de pluie**

Les pluies de projet, d'une durée totale de 6h et d'une durée intense de 15min, sont appliquées à chaque bassin versant du modèle pour les occurrences 10, 20, 30 et 100 ans (cf. §3.2).

- Limite aval : **Eaux de process**

Les rejets d'eaux de process sont intégrés dans le modèle hydraulique 1D des roubines en considérant le volume journalier maximal autorisé par l'arrêté préfectoral.

Afin de représenter une situation pénalisante et cohérente avec la durée des pluies de projet, ce volume est uniformément réparti sur la durée totale de l'épisode pluvieux, soit 6h.

Les trois points de rejets suivants sont modélisés :

- Le rejet de la **station de neutralisation des eaux de l'atelier de traitement de surface** : volume journalier maximal autorisé de 610m^3 , soit un débit équivalent de rejet modélisé de **$0,0282\text{m}^3/\text{s}$** sur 6h,
- Le rejet de la **sortie de l'aciérie** : volume journalier maximal autorisé de 400m^3 , soit un débit équivalent de rejet modélisé de **$0,0185\text{m}^3/\text{s}$** sur 6h,
- Le rejet du **laminoir** : volume journalier maximal estimé de $1\,190\text{m}^3$, soit un débit équivalent de rejet modélisé de **$0,0551\text{m}^3/\text{s}$** sur 6h.

- Limite aval : **Point de rejet dans la Darse n°1**

L'aval du modèle hydraulique 1D correspond au point de rejet du site dans la Darse n°1. L'exutoire du modèle est représenté par :

- La **station de pompage** évacuant les eaux du bassin exutoire vers le milieu naturel, avec un débit de pompage fixé à **$800\text{m}^3/\text{h}$** dans le modèle (capacité actuelle de la pompe),
- La **surverse du bassin exutoire** vers la Darse n°1, avec un niveau de surverse fixé à **$+1,20\text{mNGF}$** , sur 60m de large.

Aucun niveau marin n'est considéré en aval : les sorties de la station de pompage et de la surverse du bassin exutoire sont modélisées en débit libre.

3.4.3. Calage du modèle

Le modèle hydraulique PCSWMM n'a pas pu être calé en l'absence de données de calage pour des événements pluvieux importants (mesure de pluviométrie couplée à des mesures de niveaux d'un ou plusieurs événements hydrologiques réels).

3.5. Simulation des pluies de projet

Les paragraphes suivants présentent les résultats de la modélisation pour les pluies de projet retenues (10, 30 et 100 ans).

L'appréciation des résultats de la modélisation hydraulique 1D repose principalement sur l'**analyse des volumes** au sein du réseau de roubine et au niveau du bassin à l'exutoire. Cette approche se justifie pour deux raisons :

- **Le profil en long du réseau est quasi horizontal.** La topographie montre que les cotes fonds du réseau varient entre $-0,06$ et $+0,08\text{mNGF}$. Ces très faibles pentes limitent fortement la dynamique gravitaire classiquement observée dans les réseaux d'eaux pluviales.
- **Les roubines ont un fonctionnement hydraulique similaire à un ensemble de stockages en série.** Elles représentent un linéaire important avec des sections transversales imposantes, le volume utile total des roubines est donc déterminant dans la capacité de tamponnement des eaux de pluie, ce qui justifie particulièrement de tester différentes durées de pluie de projet afin d'identifier la situation la plus pénalisante au regard des caractéristiques du site, notamment du débit de pompage à l'exutoire du réseau.

3.5.1. Résultats au niveau des roubines

Pour faciliter l'analyse des résultats, le réseau des roubines du site d'étude est segmenté en **5 parties** suivantes : la roubine de la voie ferrée (tronçon 1 à 2 sur la Figure 21 en page 35), la roubine principale avec une partie amont (tronçon 2 à 3 sur la Figure 21) et une partie aval (tronçon 3 à 4 sur la Figure

21), la roubine secondaire (tronçon 6 à 3 sur la Figure 21), et la roubine de l'aciérie (tronçon 4 à 5 sur la Figure 21). Ce dernier tronçon comprend le bassin de rétention.

Les résultats de la modélisation hydraulique 1D réalisée sous le logiciel PCSWMM sont les suivants :

Roubine de la voie ferrée (tronçon 1 à 2 sur la Figure 21) :

La roubine de la voie ferrée intercepte les sous bassins versants B et C, et **collecte ainsi un volume total de pluie** de :

- 11 950m³ pour la pluie 10 ans,
- 14 570m³ pour la pluie 20 ans,
- 16 250m³ pour la pluie 30 ans,
- 22 180m³ pour la pluie 100 ans.

Cette roubine ne reçoit pas d'eaux de process.

Les volumes de pluie transitent depuis la roubine de la voie ferrée vers la roubine principale. Au pic de l'épisode pluvieux, **les volumes stockés** dans ce tronçon de roubine sont de :

- 4 640m³ pour la pluie 10 ans, soit un taux de remplissage de 59%,
- 4 980m³ pour la pluie 20 ans, soit un taux de remplissage de 63%,
- 5 190m³ pour la pluie 30 ans, soit un taux de remplissage de 66%,
- 5 870m³ pour la pluie 100 ans, soit un taux de remplissage de 74%.

De section trapézoïdale et de profondeur de 2m50, la hauteur d'eau dans la roubine atteint les 1,63m pour la pluie décennale, jusqu'à 1,98m au maximum pour la pluie centennale.

Roubine principale (tronçon 2 à 4 sur la Figure 21) :

En aval, la roubine principale récupère les eaux provenant de la roubine de la voie ferrée et de la roubine secondaire pour les acheminer vers l'exutoire.

Sur sa partie amont (entre la voie ferrée et la roubine secondaire), elle collecte les eaux de pluie des sous bassins versants F, G, H, I et J ce qui génère un **volume total de pluie** de :

- 9 850m³ pour la pluie 10 ans,
- 12 000m³ pour la pluie 20 ans,
- 13 390m³ pour la pluie 30 ans,
- 18 280m³ pour la pluie 100 ans.

Ce tronçon amont de la roubine principale reçoit les eaux de process du laminoir.

Au maximum de l'évènement pluvieux, **ce tronçon amont stocke un volume** de :

- 2 470m³ pour la pluie 10 ans, soit un taux de remplissage de 64%,
- 2 630m³ pour la pluie 20 ans, soit un taux de remplissage de 68%,
- 2 720m³ pour la pluie 30 ans, soit un taux de remplissage de 70%,
- 3 040m³ pour la pluie 100 ans, soit un taux de remplissage de 79%.

Sur la partie aval de la roubine principale (entre la roubine secondaire et le bassin à l'exutoire), les sous bassins versants K, M, N, O, P, Q et R sont interceptés sur ce tronçon pour un **volume total de pluie** de :

- 7 850m³ pour la pluie 10 ans,
- 9 560m³ pour la pluie 20 ans,
- 10 670m³ pour la pluie 30 ans,
- 14 560m³ pour la pluie 100 ans.

Ce tronçon reçoit également le rejet des eaux de process de la station de neutralisation, les **volumes stockés** au maximum de l'intensité pluvieuse sont de :

- 1 340m³ pour la pluie 10 ans, soit un taux de remplissage de 59%,
- 1 400m³ pour la pluie 20 ans, soit un taux de remplissage de 62%,
- 1 420m³ pour la pluie 30 ans, soit un taux de remplissage de 63%,
- 1 540m³ pour la pluie 100 ans, soit un taux de remplissage de 68%.

Large de 3m et profonde de 2m50, les hauteurs d'eau maximales dans la roubine principale varient entre 1,67m sur l'amont et 1,50m sur l'aval pour la décennale, à 2,00m sur l'amont et 1,71m sur l'aval pour la centennale.

Roubine secondaire (tronçon 6 à 3 sur la Figure 21) :

La roubine secondaire intercepte les sous bassins versants D, E et L, et collecte ainsi un **volume total de pluie** de :

- 2 490m³ pour la pluie 10 ans,
- 3 030m³ pour la pluie 20 ans,
- 3 380m³ pour la pluie 30 ans,
- 4 620m³ pour la pluie 100 ans.

Cette roubine ne reçoit pas d'eaux de process.

Au pic de l'épisode pluvieux, les **volumes stockés** dans ce tronçon de roubine sont de :

- 320m³ pour la pluie 10 ans, soit un taux de remplissage de 62%,
- 330m³ pour la pluie 20 ans, soit un taux de remplissage de 63%,
- 340m³ pour la pluie 30 ans, soit un taux de remplissage de 65%,
- 370m³ pour la pluie 100 ans, soit un taux de remplissage de 71%.

De largeur 2m et de profondeur de 2m50, la hauteur d'eau dans la roubine atteint les 1,53m pour la pluie décennale, jusqu'à 1,80m au maximum pour la pluie centennale.

Roubine de l'aciérie (tronçon 4 à 5 sur la Figure 21) :

Cette roubine ainsi que le bassin de rétention intermédiaire, récupèrent les eaux de pluie de la zone de l'aciérie pour les évacuer vers le bassin à l'exutoire. Elle draine les bassins versants S, T, U, V, W, X et Y qui génèrent au total des **volumes de pluie** de :

- 12 490m³ pour la pluie 10 ans,
- 15 220m³ pour la pluie 20 ans,
- 16 990m³ pour la pluie 30 ans,
- 23 180m³ pour la pluie 100 ans.

Cette roubine reçoit également le rejet des eaux de process de la sortie de l'aciérie, les **volumes stockés** au maximum de l'intensité pluvieuse sont de :

- 1 280m³ pour la pluie 10 ans, soit un taux de remplissage de 45%,
- 1 340m³ pour la pluie 20 ans, soit un taux de remplissage de 47%,
- 1 380m³ pour la pluie 30 ans, soit un taux de remplissage de 48%,
- 1 500m³ pour la pluie 100 ans, soit un taux de remplissage de 53%.

Sur la partie aval, les hauteurs d'eau dans la roubine atteignent au maximum 1,45m pour la pluie décennale et jusqu'à 1,58m pour la pluie centennale.

Les volumes mobilisés par tronçon et le volume total sont synthétisés dans le tableau suivant :

Roubine	Volume utile (m ³)	Pluie 10 ans	Pluie 20 ans	Pluie 30 ans	Pluie 100 ans
Voie ferrée (1 à 2)	7 880	4 640 59%	4 980 63%	5 190 66%	5 870 74%
Principale amont (2 à 3)	3 860	2 470 64%	2 630 68%	2 720 70%	3 040 79%
Secondaire (6 à 3)	520	320 62%	330 63%	340 65%	370 71%
Principale aval (3 à 4)	2 260	1 340 59%	1 400 62%	1 420 63%	1 540 68%
Aciérie (4 à 5)	2 850	1 280 45%	1 340 47%	1 380 48%	1 500 53%
Total	17 370	10 050 58%	10 680 61%	11 050 64%	12 320 71%

Tableau 14 : Résultats des volumes maximaux mobilisés (en m³) et des taux de remplissage (en %) dans les roubines

Sur l'ensemble de l'usine, pour une **pluie d'une durée totale 6h et de durée intense 15min**, le réseau d'eau reçoit un volume de ruissellement total de 44 630m³ pour la pluie décennale, 54 380m³ pour la vicennale, 60 680m³ pour la trentennale et 82 820m³ pour la centennale.

Avant le rejet dans le bassin à l'exutoire, le réseau de roubines avec le bassin de l'aciérie, présente un **volume utile total de 17 370m³** (hors réseau enterré reliant les roubines). Au maximum de l'épisode pluvieux, le volume mobilisé maximal dans ce réseau représente **58%** de sa capacité pour la pluie décennale, **61%** pour la pluie vicennale, **64%** pour la pluie trentennale et **71%** pour la centennale. Ces volumes mobilisés comprennent les rejets d'eaux de process de la station de neutralisation (610m³/j), de la sortie de l'aciérie (400m³/j), et du laminoir (1 190m³/j).

Les hauteurs d'eau maximales relevées dans les roubines varient en moyenne de **1,56m** pour l'occurrence de pluie décennale (soit 62% de remplissage sur la hauteur) à **1,81m** pour l'occurrence centennale (soit 73% de remplissage sur la hauteur).



Figure 21 : Carte des sous bassins versants interceptés par les roubines

3.5.2. Résultats au niveau de l'exutoire

La roubine principale et la roubine de l'aciérie se déversent dans le **bassin à l'exutoire** (au point 4 sur la figure précédente).

Pour rappel, ce bassin présente une surface totale de 2 090m² et un volume de 2 450m³ à la cote de surverse de 1,20mNGF. Les eaux du bassin sont rejetées vers le milieu naturel (Darse n°1) via une pompe d'un débit de 800m³/h. En cas de dépassement de la capacité du bassin, les eaux peuvent surverser sur une largeur totale de 60m au point le plus bas (1,20mNGF).

D'après les résultats de la modélisation hydraulique 1D, le bassin à l'exutoire reçoit, sur la durée totale de l'évènement pluvieux :

Pluie de projet	Roubine principale		Roubine de l'aciérie	
	Volume total (m ³)	Débit de pointe (m ³ /s)	Volume total (m ³)	Débit de pointe (m ³ /s)
10 ans	10 780	6,5	12 650	3,4
20 ans	11 340	7,3	13 370	4,0
30 ans	11 500	7,7	13 580	4,3
100 ans	12 140	9,3	14 440	5,4

Tableau 15 : Volumes totaux et débit de pointe en entrée du bassin à l'exutoire

Les hydrogrammes en entrée de bassin sont donnés en bleu foncé sur les graphiques des Figure 22 à Figure 25 en page suivante.

Au droit du bassin, les résultats sont les suivant :

- **Pour la pluie 10 ans** : le niveau d'eau atteint une côte maximale de 1,39mNGF, correspondant à un volume dans le bassin de 2 860m³. La pompe assure un débit de rejet constant de 800m³/h (0,22 m³/s). Ce pompage est insuffisant, le bassin fonctionne en surverse. La hauteur maximale de lame d'eau surversant l'ouvrage est de 19cm, pour un débit de pointe surversé de 9,4m³/s.
- **Pour la pluie 20 ans** : le niveau d'eau atteint une côte maximale de 1,41mNGF, correspondant à un volume dans le bassin de 2 900m³. La pompe assure un débit de rejet constant de 800m³/h (0,22 m³/s). Ce pompage est insuffisant, le bassin fonctionne en surverse. La hauteur maximale de lame d'eau surversant l'ouvrage est de 21cm, pour un débit de pointe surversé de 10,7m³/s.
- **Pour la pluie 30 ans** : le niveau d'eau atteint une côte maximale de 1,42mNGF, correspondant à un volume dans le bassin de 2 920m³. La pompe assure un débit de rejet constant de 800m³/h. Ce pompage est insuffisant, le bassin fonctionne en surverse. La hauteur maximale de lame d'eau surversant l'ouvrage est de 22cm, pour un débit de pointe surversé de 11,5m³/s.
- **Pour la pluie 100 ans** : le niveau d'eau atteint une côte maximale de 1,45mNGF, correspondant à un volume dans le bassin de 2 990m³. La pompe assure un débit de rejet constant de 800m³/h. Ce pompage est insuffisant, le bassin fonctionne en surverse. La hauteur maximale de lame d'eau surversant l'ouvrage est de 25cm, pour un débit de pointe surversé de 14,1m³/s.

La courbe de remplissage du bassin est donnée en bleu, et les hydrogrammes en sortie de bassin sont donnés en rouge sur les graphiques des Figure 22 à Figure 25.

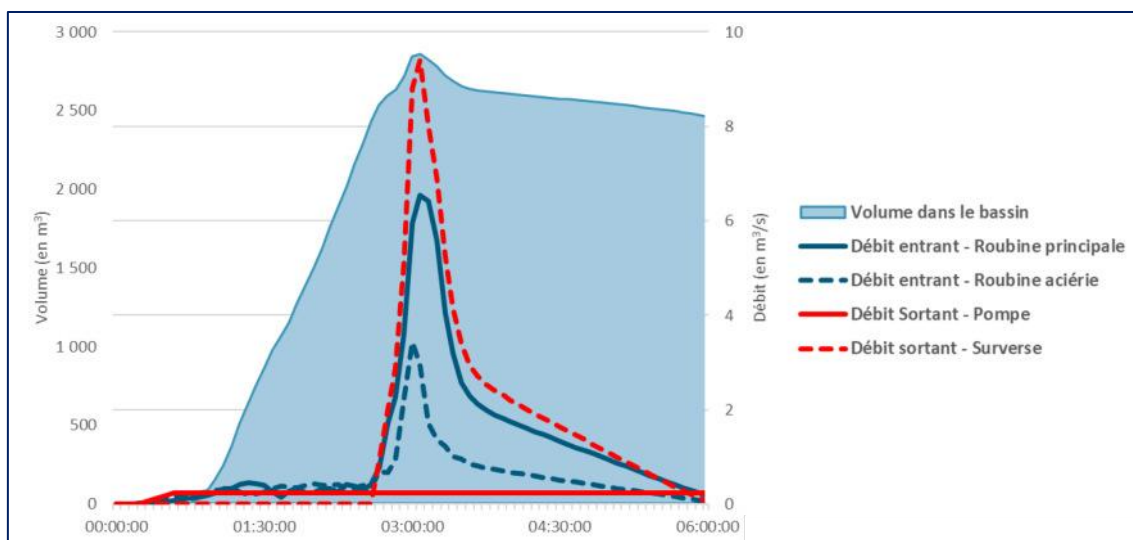


Figure 22 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 10 ans

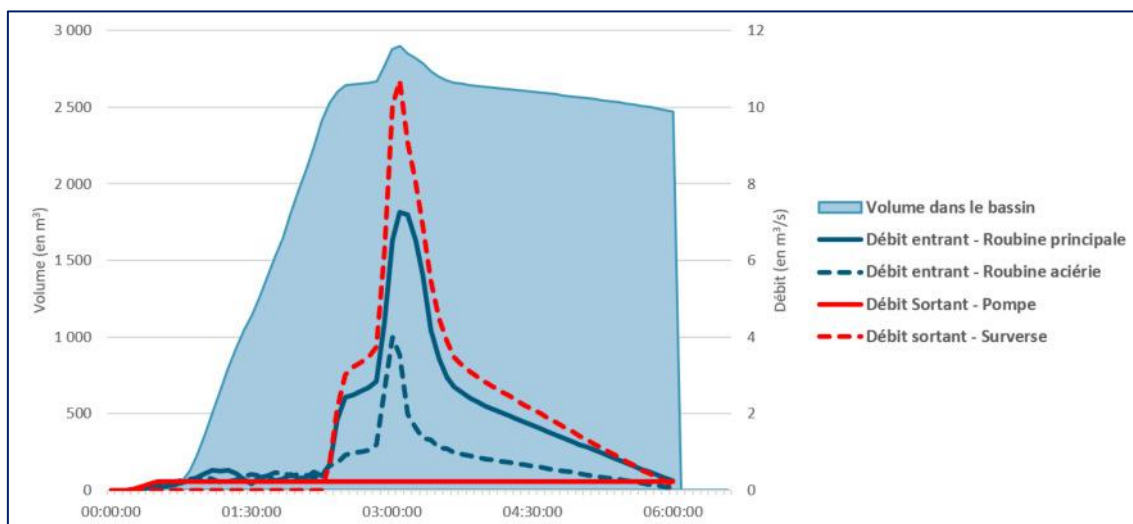


Figure 23 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 20 ans

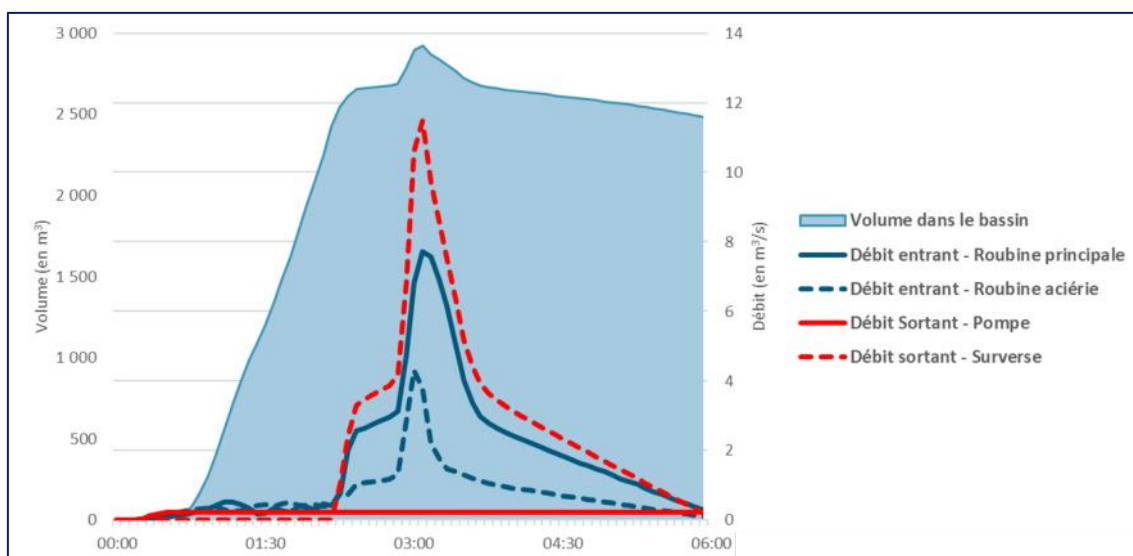


Figure 24 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 30 ans

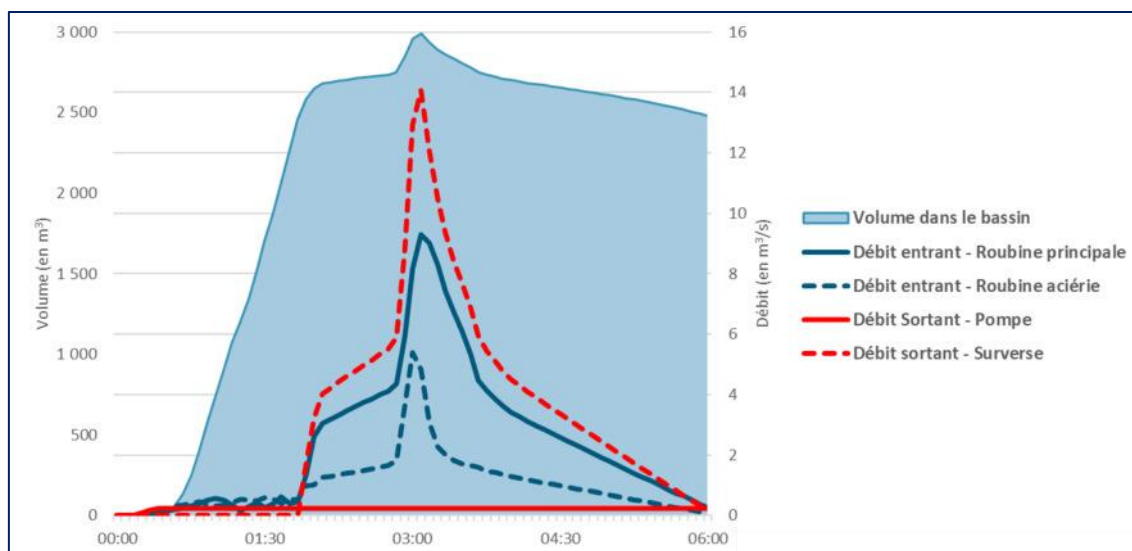


Figure 25 : Evolution du flux d'eau et du volume dans le bassin à l'exutoire pour la pluie 100 ans

3.6. Synthèse de la situation actuelle

Le schéma en page suivante présente le diagnostic hydraulique pour la situation actuelle du réseau d'eaux structurant de l'usine de Fos-sur-Mer. Ce diagnostic combine les eaux pluviales pour les 4 occurrences de pluie étudiées (10, 20, 30 et 100 ans) ainsi que les eaux de process (rejet de la station de neutralisation, rejet de l'aciérie et rejet du laminoir).

La synthèse est la suivante :

- **Collecte et traitement des apports :**

Les apports d'eaux proviennent des eaux de pluie et des eaux de process, collectés via un réseau de roubines.

Pour les eaux de pluie, les **volumes générés et collectés** par le réseau sont :

- 44 630m³ d'eaux de pluie pour la pluie 10 ans,
- 54 380m³ d'eaux de pluie pour la pluie 20 ans,
- 60 680m³ d'eaux de pluie pour la pluie 30 ans,
- 82 820m³ d'eaux de pluie pour la pluie 100 ans,

La roubine principale intercepte 72% de ces volumes, et la roubine de l'aciérie les 28% restant.

Ce réseau reçoit également les eaux de process de la station de neutralisation et du laminoir pour la roubine principale, et de l'aciérie pour la roubine de l'aciérie, mais qui représentent des volumes relativement faibles face aux volumes d'eaux pluviales collectés.

La modélisation hydraulique 1D du réseau montre un taux de remplissage au maximum de l'épisode pluvieux de :

- **60% (10 ans) à 75% (100 ans)** pour la roubine principale,
- **45% (10 ans) à 53% (100 ans)** pour la roubine de l'aciérie (intégrant le bassin de rétention).

- **Convergence vers le bassin à l'exutoire :**

Les eaux (pluie et process) alimentent le bassin à l'exutoire des roubines principale et de l'aciérie, d'un volume utile de 2 450m³.

Au total sur la durée de l'épisode pluvieux, les volumes entrants (eaux de pluie + eaux de process) dans ce bassin sont répartis entre :

- **46%** pour la roubine principale,
- **54%** pour la roubine de l'aciérie.

Les simulations du modèle hydraulique 1D montre que **le bassin se remplit au-delà de sa capacité maximale dès la pluie décennale** (volume maximal de 2 860m³ pour un volume utile de 2 450m³). Pour la pluie centennale, le volume maximal dans le bassin est de 2 990m³.

- **Rejet vers le milieu naturel :**

Le rejet des eaux depuis le bassin à l'exutoire vers la Darse n°1 s'opère de deux façons différentes :

- **Rejet par pompage** : les volumes d'eau sont relevés par un dispositif de pompage, avec une pompe de débit maximal 800m³/h (0,22 m³/s). Pour les pluies de projet étudiées, ce rejet par pompage s'avère insuffisant pour évacuer l'ensemble du débit entrant.
- **Décharge par surverse** : la capacité du bassin étant dépassée dès la pluie décennale, l'ouvrage se met en charge et les eaux surversent par-dessus celui-ci vers la Darse n°1. Sur une largeur de surverse de 60m, les débits de surverses varient entre 9,4 à 14,0m³/s.

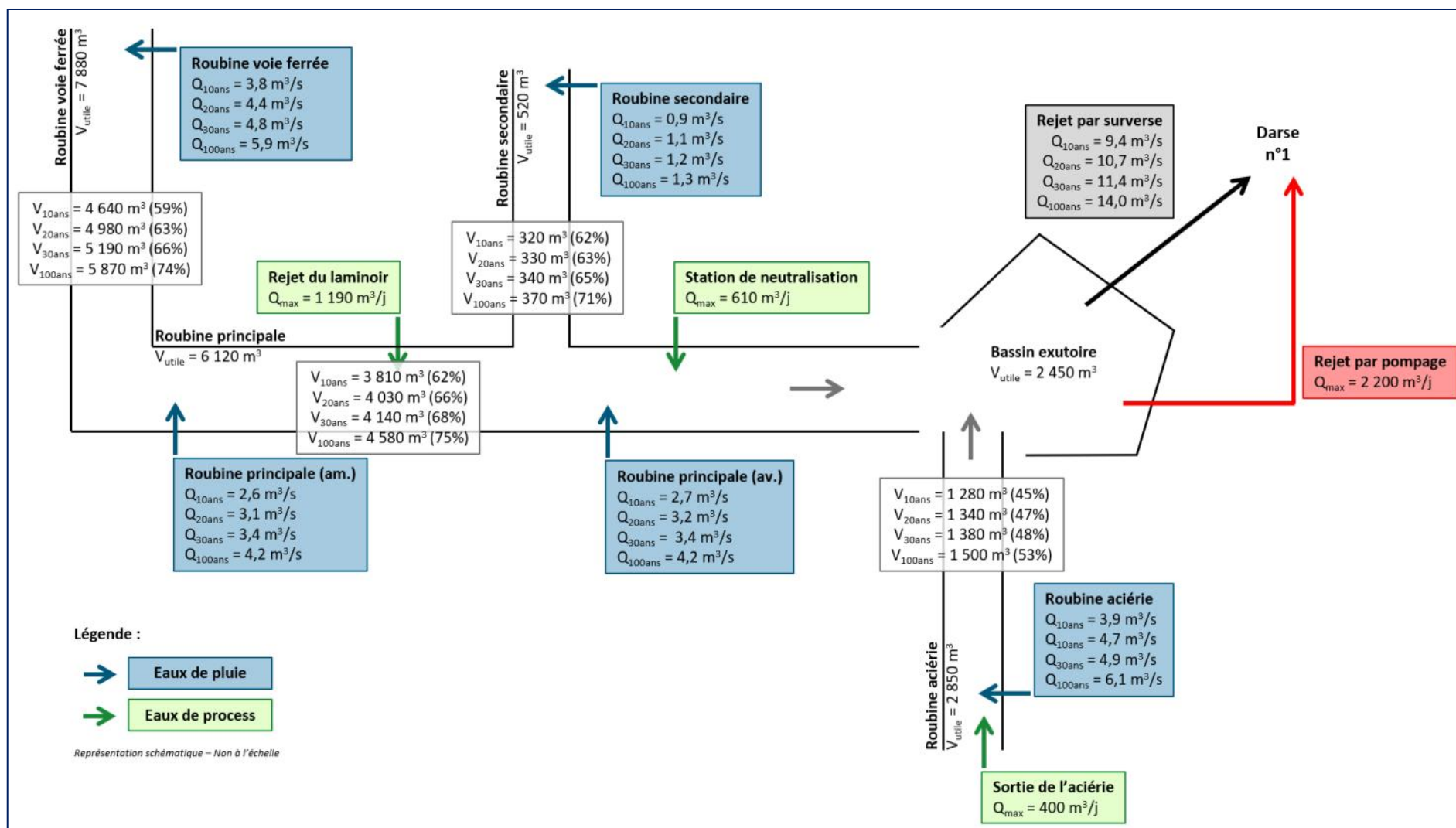


Figure 26 : Schéma synoptique du diagnostic hydraulique en situation actuelle du réseau structurant d'eau de l'usine de Fos-sur-Mer

3.7. Limites du diagnostic hydraulique

Ce diagnostic hydraulique réalisé à partir d'une modélisation hydraulique 1D présente un certain nombre de limites, notamment :

- **Simplification du fonctionnement de la pompe de rejet vers le milieu naturel** : en l'absence de données sur sa courbe de fonctionnement, la pompe est représentée selon un régime marche/arrêt. Dans le modèle hydraulique 1D, elle se met en marche dès la présence d'eau dans le bassin et fonctionne directement à son débit maximal de 800 m³/h.
- **Absence de contrainte sur la durée de pompage** : le pompage s'effectue en continu dans le modèle durant tout l'épisode pluvieux. Avec un débit maximal autorisé de 2 200m³/j (arrêté préfectoral), la pompe ne pourrait fonctionner à plein régime que 2h45 par jour. L'arrêté préfectoral ne mentionnant pas de procédure spécifique lors d'un épisode de pluie intense (10 ans ou supérieur), aucune modulation du pompage n'a été intégrée dans le modèle.
- **Incertitudes sur la géométrie du bassin à l'exutoire** : La cote de surverse (1,20mNGF) est issue des levés topographiques complémentaires réalisés pour la présente étude, mais la cote de fond du bassin (-0,32mNGF) repose sur une mesure ponctuelle réalisée en bordure de la prise d'eau du pompage. En l'absence de données bathymétriques, cette valeur a été retenue pour établir la loi hauteur/volume du bassin, générant une incertitude sur sa capacité réelle.
- **Non prise en compte des eaux sanitaires** : Le réseau d'eaux reçoit également les eaux usées sanitaires du site. En l'absence de données quantifiées, ces apports n'ont pas été modélisés. Toutefois, le volume attendu de ces effluents est négligeable au regard des apports de pluies et de process. A noter que pour une pluie centennale, les roubines ne se remplissent qu'entre 53% et 74%, laissant une marge suffisante pour absorber ces volumes d'eaux sanitaires.
- **Absence du pompage de la roubine voie ferrée** : En l'absence d'informations sur les caractéristiques et le fonctionnement de la station permettant de décharger une partie des eaux de la roubine de la voie ferrée vers une roubine extérieure au site, ce rejet potentiel n'a pas été pris en compte dans le modèle hydraulique. De plus, ce rejet n'est pas conforme à l'arrêté préfectoral, ce qui renforce la décision de ne pas l'intégrer au diagnostic hydraulique.

4. Etude des solutions de gestion des eaux pluviales en phase travaux de rapatriement des matériaux et encombrants

L'étude des solutions pour la gestion des eaux pluviales des projets de plateforme Nord et Sud se base sur les plans projet fournis par Tractebel Engie, en date du **24/02/2026**.

Les paragraphes suivants présentent les **caractéristiques** des plateformes Nord et Sud, les résultats **hydrologiques** et le **dimensionnement** proposé pour collecter et évacuer les eaux de pluie de la plateforme Nord.

4.1. Plateforme Nord

4.1.1. Caractéristiques de la plateforme

La future **plateforme Nord** se situe à l'extrême nord du site de Marcegaglia.

Sa superficie est d'environ 18 400m², avec une pente de 1% selon l'axe nord-sud et de 0,5% selon l'axe ouest-est. Le point haut est à la cote +4,65mNGF (au nord-ouest) et le point bas à la cote +2,30mNGF (coin sud-est).

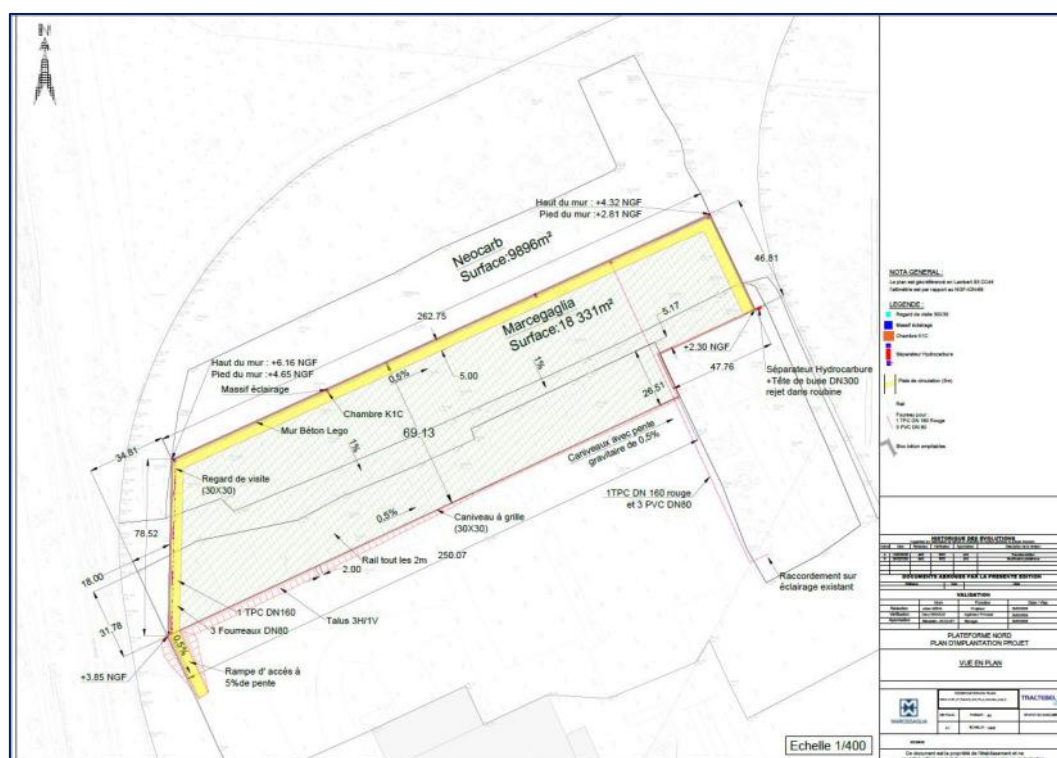


Figure 27 : Plan d'implantation du projet de la plateforme Nord (source : Tractebel Engie)

Pour la suite de l'analyse, les paramètres suivants sont retenus :

- Surface interceptant les pluies : **1,84ha**,
- Chemin hydraulique le plus long : **268m** (du nord-ouest au sud-est),
- Pente du chemin hydraulique : **0,88%**,
- Coefficient de ruissellement : **100%** (surface de la plateforme imperméabilisée),
- Exutoire de la plateforme : coin sud-est à la cote **+2,30mNGF**.

4.1.2. Débits et volumes ruisselés sur la plateforme Nord

Par application de la méthode de Desbordes (cf. §3.4.1.1), les débits et volumes maximums ruisselés sur la plateforme Nord pour une pluie de projet de durée totale 6h et de durée intense 15min, sont les suivants :

Période de retour	10 ans	30 ans	100 ans
Débit de pointe	0,54 m ³ /s	0,68 m ³ /s	0,84 m ³ /s
Volume total	1 560 m ³	2 120 m ³	2 900 m ³

Tableau 16 : Débits et volumes de pluie interceptés par la plateforme Nord

4.1.3. Dimensionnement des solutions de gestion des eaux pluviales

4.1.3.1. Principes de dimensionnement

Le futur réseau de collecte des eaux de la plateforme est dimensionné pour contenir les eaux de pluie **jusqu'à l'occurrence 30 ans** sans risque de déborder.

Avant rejet dans ce réseau, les eaux seront traitées directement au droit du point exutoire de la plateforme par la mise en place d'un **séparateur d'hydrocarbures** dont les caractéristiques devront permettre d'évacuer à minima la pluie décennale.

Le nouveau réseau de collecte des eaux de pluie de la plateforme Nord devra également collecter les eaux de pluie de la voirie située **entre cette nouvelle plateforme et le bâtiment** (sous bassin versant noté A_PRO sur la Figure 28 ci-après). Ces eaux de pluie ne nécessitent pas de traitement particulier avant collecte dans le réseau enterré.

4.1.3.2. Dimensionnement du réseau enterré

Il est proposé de collecter les eaux via un **cadre enterré** depuis le point bas de la plateforme (à la cote +2,30mNGF).

Le tracé du réseau envisagé est présenté sur la figure suivante, il longe la voirie sur plus de 630m (localisation exacte à préciser dans les étapes ultérieures du projet) pour se connecter à la roubine secondaire à la cote fil d'eau de sortie du cadre de +0,40mNGF.

Le dimensionnement hydraulique est le suivant :

Tronçon	Longueur (m)	Fe amont (mNGF)	TN amont (mNGF)	Fe aval (mNGF)	TN aval (mNGF)	Pente (%)	Dimension
1	107	1,40	2,30	1,10	2,10	0,28	Cadre béton H50cmxL120cm
2	530	1,10	2,10	0,30	2,50	0,15	Cadre béton H70cmxL200cm

Tableau 17 : Dimensionnement proposé pour le réseau de collecte des eaux de la plateforme Nord

Les résultats des calculs hydrauliques pour les pluies de projet 10 et 30 ans sont les suivants :

Tronçon	Débit capable (m³/s)	Pluie 10 ans			Pluie 30 ans		
		Débit max. (m³/s)	Cote max. amont (mNGF)	Cote max. aval (mNGF)	Débit max. (m³/s)	Cote max. amont (mNGF)	Cote max. aval (mNGF)
1	0,60	0,50	1,81	1,76	0,68	2,26	2,00
2	1,29	0,72	1,76	1,59	0,89	2,00	1,73

Tableau 18 : Résultats des calculs hydrauliques pour le réseau de collecte des eaux de la plateforme Nord



Figure 28 : Tracé indicatif du nouveau réseau de collecte des eaux de pluie de la plateforme Nord

4.2. Plateforme Sud

La future **plateforme Sud** se situe au sud-est du site de Marcegaglia, après la zone de l'aciérie.

Sa superficie est d'environ 32 800m², avec une pente de 0,5% selon l'axe sud-est/nord-ouest. Le point haut est à la cote +3,15mNGF (au sud-est) et le point bas à la cote +1,70mNGF (au nord-ouest).



Figure 29 : Extrait du plan projet de la plateforme Sud (source : Tractebel Engie)

Pour la suite de l'analyse, les paramètres suivants sont retenus :

- Surface interceptant les pluies : **3,28ha**,
- Chemin hydraulique le plus long : **291m** (du sud-est au nord-ouest),
- Pente du chemin hydraulique : **0,50%**,
- Coefficient de ruissellement : **100%** (surface de la plateforme imperméabilisée),
- Exutoire de la plateforme : coin nord-ouest à la cote **+1,70mNGF**.

4.2.1. Débits et volumes ruisselés sur la plateforme Sud

Par application de la méthode de Desbordes (cf. §3.4.1.1), les débits et volumes maximums ruisselés sur la plateforme Sud pour une pluie de projet de durée totale 6h et de durée intense 15min, sont les suivants :

Période de retour	10 ans	30 ans	100 ans
Débit de pointe	0,90 m ³ /s	1,13 m ³ /s	1,40 m ³ /s
Volume total	2 780 m ³	3 790 m ³	5 170 m ³

Tableau 19 : Débits et volumes de pluie interceptés par la plateforme Sud

4.2.2. Principe de gestion des eaux de pluie de la plateforme Sud

Le principe de gestion des eaux pluviales de la plateforme temporaire Sud repose **sur un stockage et un contrôle préalable avant rejet**.

Le bassin de collecte est dimensionné pour intercepter et stocker les eaux de ruissellement générées par un **événement pluvieux de période de retour 10 ans**, correspondant à un volume utile de **2 780m³**.

Les eaux collectées sont temporairement confinées dans ce bassin afin de permettre la réalisation des analyses de qualité nécessaires. En fonction des résultats, deux cas de figure sont envisagés :

- Si la qualité est conforme, les eaux sont pompées puis rejetées vers le réseau existant de l'usine,
- Dans le cas contraire, elles sont orientées vers une filière de traitement adaptée.

Pour des événements pluvieux plus intenses (supérieurs à la période de retour 10 ans) le volume excédentaire est géré directement sur la plateforme, avec une capacité de stockage complémentaire maximale estimée à **2 390m³** (différence entre les volumes générés pour les pluies centennale et décennale). À cet effet, la plateforme est entourée par un merlon périphérique permettant de confiner temporairement ces volumes supplémentaires et d'éviter tout déversement non contrôlé vers l'aval.

5. Schéma directeur de gestion des eaux pluviales pour le projet d'extension de l'usine

Le présent paragraphe vise à réaliser le schéma directeur de gestion des eaux pluviales du projet d'extension de l'usine : le **projet Mistral**.

Après une analyse du projet Mistral et notamment des **nouvelles surfaces imperméabilisées**, le projet est découpé en sous-bassins versant et intégré dans le modèle hydraulique.

Le dimensionnement de **bassins de rétention enterrés** permet de collecter les eaux de pluie du projet, de les stocker, et de les évacuer vers l'unique point de rejet du site.

5.1. Projet d'extension de l'usine

5.1.1. Présentation du projet Mistral

Le projet d'extension de l'usine de Marcegaglia, **projet Mistral**, consiste notamment à étendre l'usine sur sa partie sud. D'après le plan masse (01/04/2026, Tractebel Engie), il comporte :

- Des **nouveaux bâtiments** pour une surface totale de 18,5ha (indiqués en gris sur le plan ci-dessous),
- 4,2ha de **nouvelles voiries** (indiquées en orange sur le plan ci-dessous),
- Des **zones spécifiques** (indiquées en vert ci-dessous). Ces zones sont : parc à ferraille, traitement des laitiers, ISDND, stockage bobines, zone restauration avec parking, agrandissement du parking, bâtiments formation et vestiaires, et poste de transformation de l'usine.



Figure 30 : Plan d'implantation du projet Mistral (source : Tractebel Engie)

5.1.2. Evolution de l'occupation des sols

Le tableau ci-dessous présente l'**évolution de l'occupation des sols** de l'usine entre la situation actuelle et la situation future intégrant le projet Mistral, sur l'emprise ICPE. Les coefficients de ruissellement pour les différents types de surfaces (bâtis, voiries et enrobés, espaces naturels, autres surfaces et zones spécifiques du projet Mistral) sont repris dans le tableau.

Occupation des sols	Bâtis	Voiries et enrobés	Espaces naturels	Autres surfaces	Zones spécifiques du projet Mistral	Total
Coefficient de ruissellement	100%	95%	40%	60%	100%	
En situation actuelle de l'usine						
Surface (en ha)	15,5	38,9	13,5	77,7	0,0	145,6
Surface active (en ha)	15,5	37,0	5,4	46,6	0,0	104,5
% d'imperméabilisation de l'usine en situation future						72%
En situation future avec le projet Mistral						
Surface (en ha)	33,9	49,1	8,4	41,5	12,7	145,6
Surface active (en ha)	33,9	46,6	3,3	24,9	12,7	121,4
% d'imperméabilisation de l'usine en situation future						83%

Tableau 20 : Evolution de la couverture des sols de l'usine avec le projet Mistral, sur l'emprise future de l'ICPE

En situation actuelle, pour une emprise totale de 145,6ha, **104,5ha** correspondant à des **surfaces actives** contribuant au ruissellement. Les surfaces bâties et les voiries, fortement imperméabilisées, représentent 50% du ruissellement généré. Le taux d'imperméabilisation de l'usine est évalué à **72%**.

En situation future avec le projet Mistral, la répartition des surfaces évoluent. Les surfaces bâties et les voiries augmentent, représentant plus de 60% du ruissellement généré. Au total, les **surfaces actives** augmentent de 15%, atteignant **121,4ha**. En conséquence, le taux d'imperméabilisation de l'usine en état projet s'élève à **83%**.



Figure 31 : Couverture des sols en situation actuelle sur le secteur du projet Mistral



Figure 32 : Couverture des sols en situation future sur le secteur du projet Mistral

5.2. Analyse hydrologique du projet Mistral

5.2.1. Sous bassins versants du projet Mistral

La zone du projet Mistral est découpée en **12 sous-bassins versants**, représentés sur la Figure 33 et dont les caractéristiques physiques sont précisées dans le tableau ci-dessous.

A noter que les sous bassin versants de l'état existant sur la zone de l'aciérie ont été modifiés pour prendre en compte le projet Mistral. Les caractéristiques des sous bassins versants modifiés par rapport à l'existant sont données dans le tableau suivant.

Les autres sous bassins versants de l'état existant restent inchangés.

Sous bassin versant	Surface (ha)	Longueur hydraulique (m)	Pente hydraulique (%)
T	2,25	362	1,0
V	2,11	226	1,0
W	0,33	39	15,0
X	5,10	389	0,2
Y	3,14	387	1,0
PRO_A	2,41	211	1,0
PRO_B	6,50	380	1,0
PRO_C	5,81	360	1,0
PRO_D	5,03	450	1,0
PRO_E	7,98	360	1,0
PRO_F	3,27	550	1,0
PRO_G	5,50	300	1,0
PRO_H	4,54	180	1,0
PRO_I	1,25	180	1,0
PRO_J	4,58	90	1,0
PRO_K	3,95	120	1,0
PRO_L	9,77	420	1,0

Tableau 21 : Caractéristiques physiques des sous bassins versants avec le projet Mistral

5.2.2. Coefficient de ruissellement avec le projet Mistral

Le pourcentage d'imperméabilisation des sous bassins versants est déterminé en fonction de la couverture du sol (cf. §3.3.2).

Les zones spécifiques suivantes du projet Mistral sont considérées imperméables à **100%**, à savoir :

- Le futur parc à ferrailles,
- Le futur poste de transformation de l'usine,
- La zone ISDND,
- La zone de traitement des laitiers,
- La zone de stockage ouvert de bobines.

Les coefficients de ruissellement retenus pour les sous bassins versants du projet Mistral et ceux impactés par le projet sont présentés dans le tableau suivant. Pour les autres sous bassins versants, les coefficients de ruissellement restent inchangés par rapport à l'existant.

Sous BV	Surfaces (ha)					Cr
	Bâtis	Voiries et enrobés	Naturels	Autres	Zones spécifiques du Projet Mistral	
T	0,94	1,30	0,00	0,00	0,00	0,97
V	1,04	1,06	0,00	0,00	0,00	0,97
W	0,00	0,12	0,00	0,20	0,02	0,74
X	0,14	1,82	0,11	0,33	2,70	0,94
Y	1,05	2,05	0,00	0,00	0,00	0,97
PRO_A	0,27	0,80	0,15	1,19	0,00	0,75
PRO_B	0,00	3,41	0,09	1,97	1,02	0,84
PRO_C	2,22	1,71	0,25	1,64	0,00	0,85
PRO_D	4,66	0,37	0,00	0,00	0,00	1,00
PRO_E	2,99	4,80	0,00	0,19	0,00	0,96
PRO_F	0,00	0,00	0,00	0,16	3,11	0,98
PRO_G	4,54	0,96	0,00	0,00	0,00	0,99
PRO_H	1,94	2,50	0,00	0,10	0,00	0,96
PRO_I	0,00	0,00	0,00	0,21	1,05	0,93
PRO_J	0,00	0,00	0,47	4,11	0,00	0,58
PRO_K	0,00	0,00	0,49	3,47	0,00	0,58
PRO_L	1,95	2,32	0,00	0,74	4,76	0,96

Tableau 22 : Surfaces des bassins versants par type de couverture et coefficient de ruissellement retenu, avec le projet Mistral

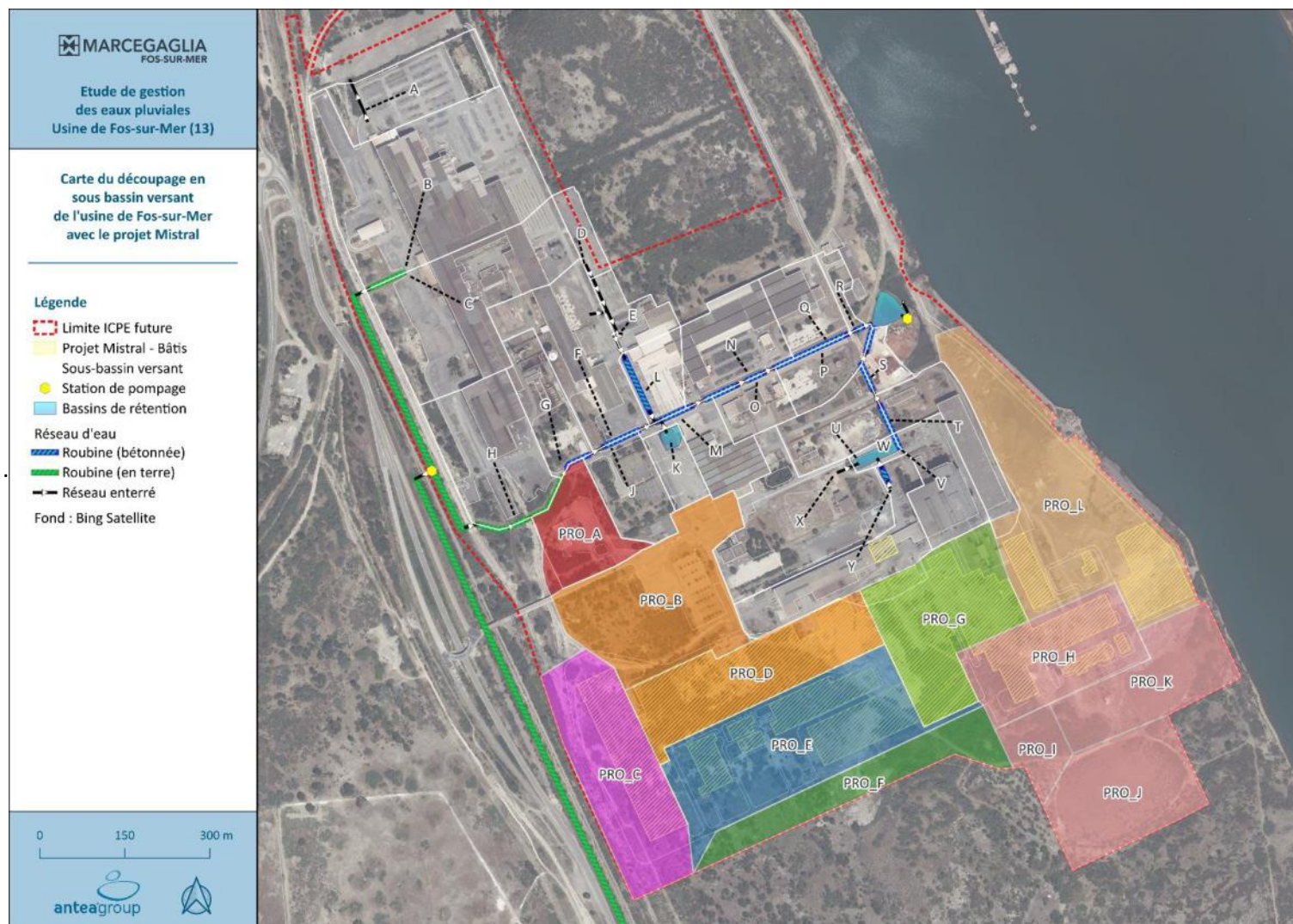


Figure 33 : Carte du découpage en sous bassin versant du site de Fos-sur-Mer avec le projet Mistral

5.3. Gestion des eaux de pluie du projet Mistral

Le **modèle hydraulique construit sous PCSWMM** pour le diagnostic hydraulique de la situation actuelle (cf. §3.4) est utilisé et modifié pour prendre en compte le projet Mistral.

Les pluies de projet et les conditions aux limites restent inchangées.

Il est également rappelé que le schéma présenté dans ce chapitre porte exclusivement sur le **dimensionnement hydraulique des ouvrages de gestion des eaux pluviales**. La présente étude n'inclut pas d'évaluation spécifique de la qualité des eaux pluviales collectées ni des flux de pollution associés.

5.3.1. Principe retenu pour la gestion des eaux de pluie du projet Mistral

Le principe retenu pour la gestion des eaux du projet Mistral consiste à implanter des **bassins de rétention enterrés** pour collecter et stocker les eaux de pluie. Le débit de fuite des bassins est pompé pour être acheminé vers le réseau de roubine existant connecté au bassin à l'exutoire avant rejet dans la Darse n°1.

Il est prévu **7 bassins de rétention** dont l'implantation prévisionnelles de chaque bassin sur la carte ci-dessous (avec en pointillé noir le réseau pluvial enterré). Ces 7 bassins collectent et stockent les eaux des sous-bassins versants PRO_B à PRO_L.

Pour le sous-bassin versant PRO_A (correspondant au sous-bassin versant I de la situation actuelle), les eaux sont collectées, canalisées et dirigées vers la roubine naturelle.

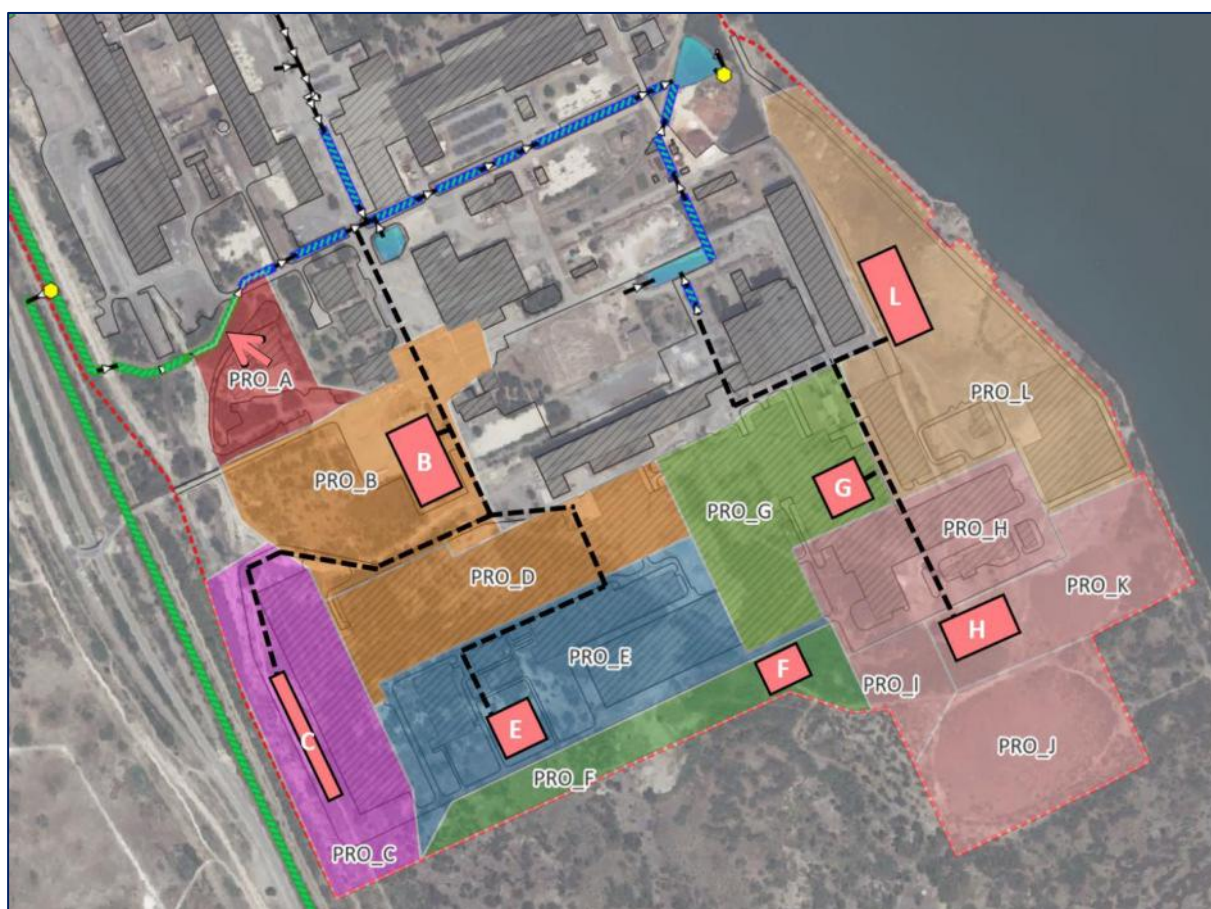


Figure 34 : Carte d'implantation prévisionnelle des bassins de rétention du projet Mistral

5.3.2. Cadre réglementaire pour le dimensionnement des bassins de rétention

D'après le zonage pluvial du PLUi de Fos-sur-Mer, l'usine de Marcegaglia se situe au sein de la **zone 2** (zone orange). Cette zone correspond à la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer.

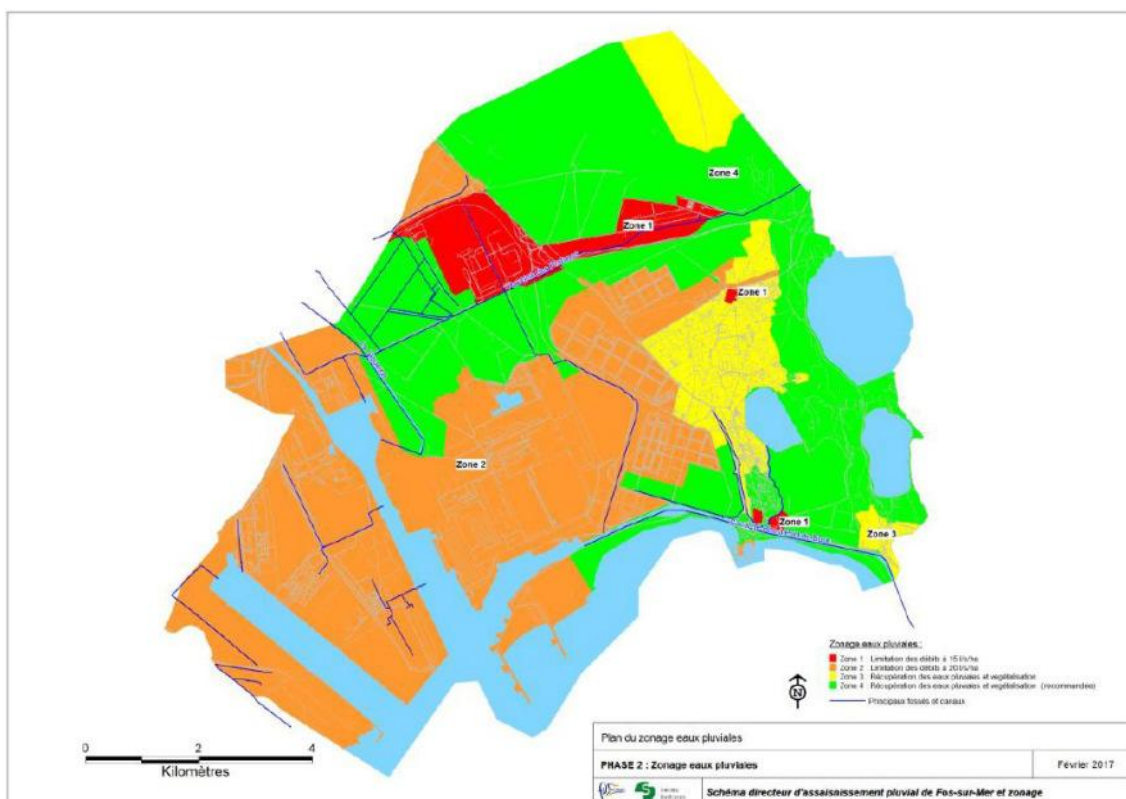


Figure 35 : Plan du zonage pluvial du PLUi de Fos-sur-Mer (2017)

Pour tout projet au sein de la zone 2 (zone orange), le règlement du PLUi de Fos-sur-Mer précise les règles de compensation à respecter pour les imperméabilisations nouvelles.

Les règles applicables pour le projet Mistral de l'usine Marcegaglia sont :

- Volume utile : dimensionné pour la pluie de période de retour **20 ans**,
- Débit de fuite : **20L/s/ha** de projet (surfaces imperméabilisées et surfaces naturelles).

La surface totale du projet Mistral est de **58,18ha** (*hors sous-bassin versant PRO_A drainé directement vers la roubine principale comme en situation actuelle*).

Le débit de fuite maximum autorisé pour le projet Mistral est de **1 160L/s**.

Pour l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), les éléments de dimensionnement pour la gestion des eaux de pluie internes sur l'emprise de l'installation sont définis par l'Arrêté Ministériel du 15 février 2016.

L'arrêté impose de dimensionner le réseau de collecte et de stockage des eaux de pluie internes à l'ISDND pour un évènement pluvieux de période de retour **10 ans**.

Le PLUi de Fos-sur-Mer, plus contraignant, prescrit un dimensionnement basé sur une période de retour de 20 ans ; en conséquence, **il est retenu une période de retour 20 ans pour le dimensionnement du bassin de rétention de l'ISDND**.

5.3.3. Dimensionnement des bassins de rétention

Les bassins de rétention sont dimensionnés par application de la **méthode des pluies**, qui permet d'estimer les volumes de ruissellement à stocker pour un épisode de pluie donné.

Les résultats (débit de fuite et volume utile) sont donnés dans le tableau en page suivante.

Bassin de rétention	Sous-bassins versant interceptés	Surface totale interceptée (ha)	Débit de fuite maximal autorisé (L/s)	Volume utile (m³)
B	PRO_B / PRO_D	11,53	230	6 240
C	PRO_C	5,81	120	2 840
E	PRO_E	7,98	160	4 670
F	PRO_F	3,27	70	1 980
G	PRO_G	5,50	110	3 370
H	PROHH / PRO_I / PRO_J / PRO_K	14,32	290	5 610
L	PRO_L	9,77	200	5 720
Projet Mistral		58,18	1 160	30 280

Tableau 23 : Débit de fuite et volume utile des bassins de rétention pour la pluie de période de retour 20 ans

Compte tenu de l'emprise disponible limitée du projet Mistral, les bassins de rétention sont prévus enterrés et seront équipés de pompes de relevage permettant de refouler les eaux stockées vers un réseau de canalisation raccordé au réseau de roubines existantes. Le débit des pompes sera dimensionné de manière à respecter le débit de fuite maximal autorisé (cf. tableau précédent).

Le tableau suivant présente les diamètres minimaux des conduites en sortie de bassin nécessaires pour assurer l'évacuation du débit de fuite. Ces estimations reposent sur l'hypothèse d'une pente du réseau de canalisations fixée à 0,5%.

Bassin de rétention	Débit de fuite maximal autorisé (L/s)	Diamètre minimal en sortie de bassin (mm)
B	230	DN600
C	120	DN500
E	160	DN500
F	70	DN400
G	110	DN400
H	290	DN700
L	200	DN600

Tableau 24 : Diamètre minimal des conduites en sortie de bassin

5.3.4. Equipements et traitement des eaux

Pour la **collecte** des eaux de pluie, il est préconisé les équipements suivants :

- Avaloirs avec décantation 250L et coude plongeant,
- Caniveaux à fente ou à grille.

Pour le **traitement** des eaux de pluie, il est préconisé d'équiper les bassins de rétention avec :

- Déshuileur-déboureur, dimensionné pour permettre le traitement d'une pluie de période de retour 2 ans,
- Vanne manuelle d'isolement.

5.3.5. Prise en compte des eaux d'extinction d'incendie

Le besoin en eau pour faire face aux incendies majorants pour l'usine du projet Mistral est évalué $120\text{m}^3/\text{h}$, soit un volume total de **240m^3** d'eau.

Ces eaux d'extinction d'incendie sont dirigées vers les bassins de rétention. Le volume utile des bassins de rétention concernés devra être augmenté du volume total du besoin en eau incendie, à savoir :

- Volume final du bassin B : $6\,480\text{m}^3$,
- Volume final du bassin C : $3\,080\text{m}^3$,
- Volume final du bassin G : $3\,610\text{m}^3$,
- Volume final du bassin H : $5\,850\text{m}^3$,
- Volume final du bassin L : $5\,960\text{m}^3$.

5.4. Impact du projet Mistral sur l'ensemble du réseau d'eau de l'usine

Pour faciliter l'analyse des résultats, le réseau des roubines du site d'étude est segmenté en **5 parties** suivantes : la roubine de la voie ferrée (tronçon 1 à 2 sur la Figure 36), la roubine principale avec une partie amont (tronçon 2 à 3 sur la Figure 36) et une partie aval (tronçon 3 à 4 sur la Figure 36), la roubine secondaire (tronçon 6 à 3 sur la Figure 36), et la roubine de l'aciérie (tronçon 4 à 5 sur la Figure 36). Ce dernier tronçon comprend le bassin de rétention.

En plus de la situation actuelle, les roubines existantes recevront les apports en eau du projet Mistral, à savoir :

- Pour les eaux de pluie :
 - Le débit de ruissellement du sous-bassin versant **PRO_A** rejoint la roubine principale.
 - Les débits de fuite des bassins de rétention **B, C et E** sont évacués vers la roubine principale.
 - Les débits de fuite des bassins de rétention **F, G, H et L** sont évacués vers la roubine de l'aciérie.
- Pour les eaux de process :
 - Le rejet de la **nouvelle station de neutralisation** : volume journalier maximal de **$1\,203\text{m}^3$** , soit un débit équivalent de rejet modélisé de $0,0557\text{m}^3/\text{s}$ sur 6h. Ce rejet est collecté par la roubine principale.
 - Le rejet du **circuit de refroidissement non-contact (CW) du train à bande et de l'aciérie** : volume journalier maximal de **$1\,800\text{m}^3$** , soit un débit équivalent de rejet modélisé de $0,0833\text{m}^3/\text{s}$ sur 6h. Ce rejet est collecté par la roubine de l'aciérie.
 - Le rejet du **circuit de refroidissement contact (KW) du train à bande et de l'aciérie** : volume journalier maximal de **$2\,200\text{m}^3$** , soit un débit équivalent de rejet modélisé de $0,1019\text{m}^3/\text{s}$ sur 6h. Ce rejet est collecté par la roubine de l'aciérie.

5.4.1. Résultats au niveau des roubines

Le tableau ci-dessous présente les résultats en termes de volume maximal mobilisé au sein des roubines pour la pluie de projet de période de retour 20 ans (pluie de dimensionnement des bassins de rétention). Les résultats pour la situation actuelle sont également rappelés dans le tableau.

Roubine	Volume utile (m ³)	Situation actuelle	Situation future avec les apports du projet Mistral
Voie ferrée (1 à 2)	7 880	4 980 63%	5 170 66%
Principale amont (2 à 3)	3 860	2 630 68%	2 720 70%
Secondaire (6 à 3)	520	330 63%	340 65%
Principale aval (3 à 4)	2 260	1 400 62%	1 440 64%
Aciérie aval (5 à 4)	2 850	1 340 47%	1 420 50%
Total	17 370	10 680 61%	11 090 64%

Tableau 25 : Volumes mobilisés (en m³) et taux de remplissage (en %) dans les roubines en situation actuelle et future pour la pluie de période de retour 20 ans

En situation future avec le projet Mistral et pour une pluie de période de retour 20 ans, le réseau existant de l'usine de Marcegaglia reçoit les volumes supplémentaires suivants :

- **Pour la roubine principale : un volume supplémentaire de 16 960m³ sur 6h**

Pour les eaux de pluie, cette roubine reçoit les débits de fuite des bassins de rétention B, C et E, ce qui correspond à un volume total sur 6h de 12 960m³.

Elle collecte également les eaux de process de la nouvelle station de neutralisation, soit un volume total sur 6h de 1 203m³.

- **Pour la roubine de l'aciérie : un volume supplémentaire de 13 733m³ sur 6h**

Cette roubine reçoit les débits de fuite des bassins de rétention F, G, H et L, ce qui correspond à un volume total sur 6h de 12 530m³.

Elle collecte également les eaux de process des circuits de refroidissement non-contact et contact, soit un volume total sur 6h de 4 000m³.

L'analyse des résultats met en évidence une **augmentation modérée des volumes mobilisés au sein des roubines existantes** avec le projet Mistral.

Concernant la **roubine principale** (incluant la roubine principale, la voie ferrée et la roubine secondaire), le volume maximal passe de 9 340m³ en situation actuelle (taux de remplissage de 64 %) à 9 670m³ en situation future, soit un taux de remplissage de 67%. Cette évolution correspond à une **augmentation de 4 %** des volumes, traduisant un impact maîtrisé des apports supplémentaires liés aux eaux pluviales et aux eaux de process.

De manière similaire, la roubine de l'aciérie présente une hausse du volume mobilisé de 1 340m³ à 1 420m³, soit une **augmentation de 6%**, avec un taux de remplissage passant de 47% à 50%.

En conclusion, le réseau de roubines existant de l'usine demeure dimensionné de manière suffisante pour absorber les apports futurs du projet Mistral (eaux de pluie issues des bassins de rétention et eaux de process), avec un **taux de remplissage global de 64%** en situation projetée contre 61% en situation actuelle pour la **pluie de période de retour 20 ans**.

5.4.1. Résultats au niveau de l'exutoire

Le tableau ci-dessous présente les résultats des simulations hydrauliques au droit du bassin à l'exutoire du site, pour les situations actuelle et future avec le projet Mistral.

Situation	En entrée		Dans le bassin		En sortie		
	Roubine principale (m³/s)	Roubine de l'aciérie (m³/s)	Cote max. (mNGF)	Volume max. (m³)	Pompage (m³/h)	Débit surversé (m³/s)	Lame d'eau surversée (cm)
Actuelle	7,3	4,0	1,41	2 900	800	10,7	21
Future	7,8	4,7	1,43	2 940		12,0	23

Tableau 26 : Résultats des simulations hydrauliques au droit du bassin à l'exutoire pour la situation actuelle et future

En situation future, le bassin à l'exutoire reçoit **8% d'apport supplémentaire depuis la roubine principale** et environ **20% d'apport depuis la roubine de l'aciérie**. Au sein du bassin, les cotes d'eau maximales augmentent par rapport à l'état actuel de +2cm. Les volumes mobilisés augmentent également.

Le bassin présentant la même capacité de stockage qu'en situation actuelle, cela a pour conséquence d'augmenter les débits transitant par la surverse du bassin vers la Darse n°1. **Les débits surversés sont augmentés de 12% en situation future** avec une lame d'eau sur la longueur totale de la surverse (environ 60m) augmentée de 2cm.

Par ailleurs, la géométrie de la surverse, très large, conduit à une **augmentation progressive et maîtrisée des niveaux d'eau au sein du bassin**, et par continuité hydraulique dans l'ensemble du système de roubines, sans générer de mise en charge brutale.

5.5. Gestion des évènements pluvieux exceptionnels (supérieurs à la pluie de dimensionnement)

Pour les événements pluvieux d'occurrence supérieure à la période de retour 20 ans retenue pour le dimensionnement, une gestion en situation exceptionnelle est prévue afin de garantir la sécurité des installations et la maîtrise des écoulements. Cette gestion repose sur les principes suivants :

- **Mise en charge progressive des ouvrages :**

Les bassins de rétention sont susceptibles de fonctionner en régime dégradé avec une mise en charge au-delà de leur volume utile, permettant un écrêtement partiel des volumes excédentaires.

- **Mobilisation de volumes de stockage complémentaires :**

Les surfaces amont (voiries, plateformes, espaces libres) peuvent contribuer à un stockage temporaire diffus des eaux de ruissellement, limitant ainsi les débits concentrés vers les ouvrages principaux.

- **Cheminements préférentiels des écoulements :**

En cas de dépassement des capacités hydrauliques, les écoulements sont orientés de manière contrôlée vers des axes définis, conçus pour :

- Eviter l'impact sur les zones à enjeux (installations sensibles, zones bâties, réseaux critiques),
- Limiter les phénomènes d'érosion ou de dégradation des ouvrages.

- **Maintien de la régulation aval :**

Les dispositifs de régulation (orifices, vannes, etc.) continuent de limiter les débits de fuite autant que possible, conformément au principe de non-aggravation des conditions hydrauliques en aval.

- **Prévention des débordements non maîtrisés :**

La conception intègre des points de surverse ou déversement contrôlés, permettant d'éviter des écoulements anarchiques et de canaliser les excédents vers des zones acceptables.

- **Dispositions d'exploitation en situation exceptionnelle :**

En cas d'événement majeur, des mesures opérationnelles peuvent être mises en œuvre :

- Surveillance renforcée des niveaux et des ouvrages,
- Activation de procédures d'alerte interne,
- Mise en œuvre de moyens de pompage si nécessaire.

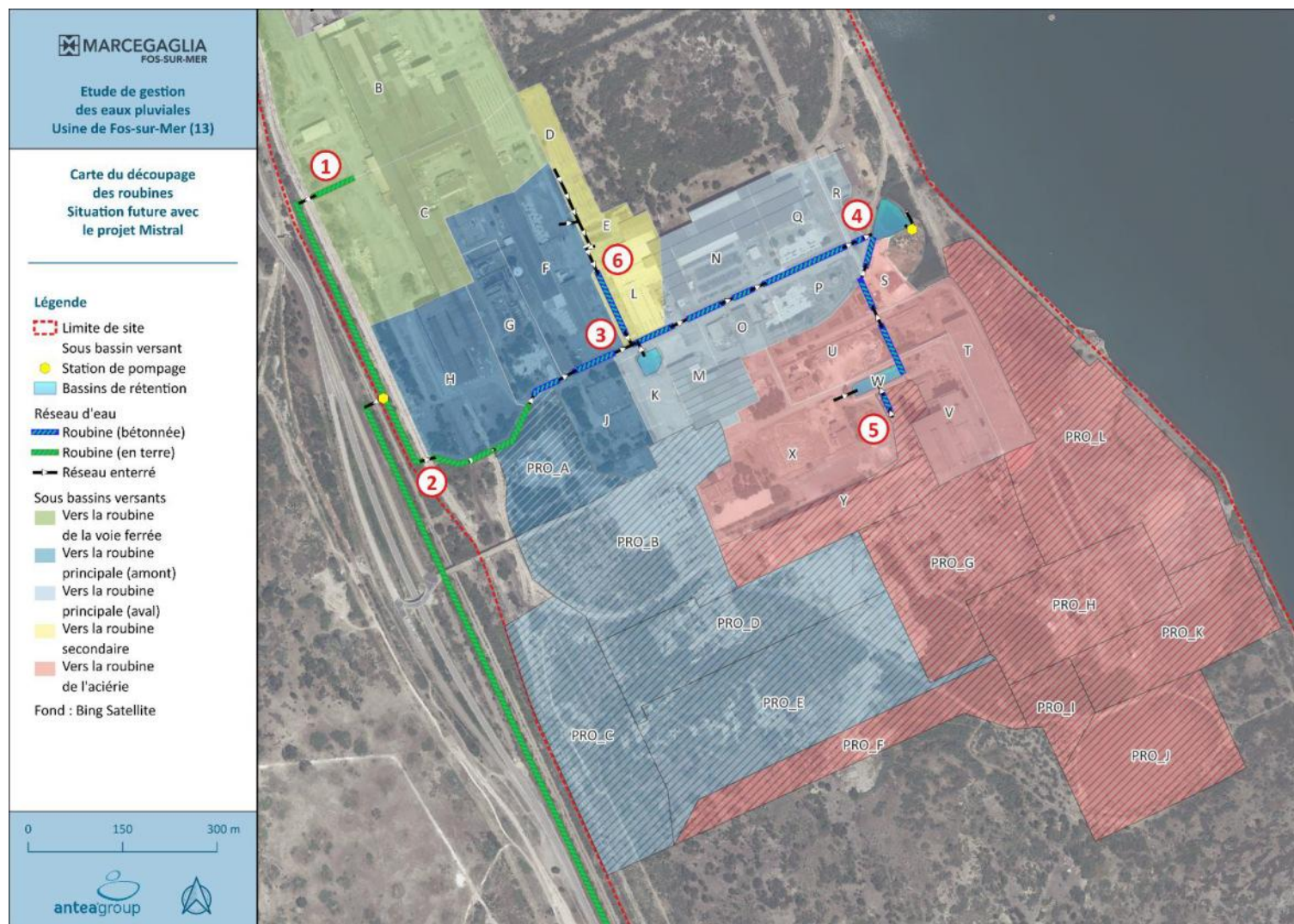


Figure 36 : Carte des sous bassins versants interceptés par les roubines en situation future avec le projet Mistral

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>.

Annexe 7 : Etude gaz à effet de serre



MARCEGAGLIA
FOS-SUR-MER

« Projet Mistral » Développement de la production d'acier décarboné sur le site de Marcegaglia Fos-sur-Mer (13)

Bilan des émissions de gaz à effet de serre



Rapport n°146293 / Mai 2026

Projet suivi par Adrien Sarelli – 06 77 10 30 24 – adrien.sarelli@anteagroup.fr

RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet Adrien Sarelli

Rapport n° 146293

Version n° A

Projet n°

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction		Sélim Mansouri Ingénieur d'études en Bilan carbone et ACV	Mai 2026	
Relecture		Adrien Sarelli Ingénieur de projets en Bilan Carbone et ACV	Mai 2026	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	07/05/2026	48	5	Version initiale

Sommaire

1. Contexte	7
1.1. Localisation	7
1.2. Projet	8
2. Méthodologie	10
2.1. Les gaz à effet de serre à considérer	11
2.2. Les puits de carbone	11
2.3. Les pouvoirs de réchauffement global à utiliser	11
3. Définitions des périmètres et de l'aire d'étude	13
3.1. Périmètre temporel	13
3.2. Périmètre spatial (aire d'étude)	15
4. Définition du scénario sans projet et du scénario avec projet	16
4.1. Scénario sans projet	16
4.2. Scénario avec projet	16
4.3. Postes d'émissions significatifs	18
5. Description de l'état initial	19
5.1. Echelle nationale	19
5.2. Echelle locale	20
6. Hypothèses et inventaire de données du scénario sans projet	22
6.1. Consommations d'électricité	22
6.2. Consommations de gaz naturel	22
6.3. Consommations d'autres combustibles	22
6.4. Intrants	22
6.5. Consommation d'eau	23
6.6. Eaux usées	23
6.7. Production d'acier	24
6.7.1. Production d'acier spéciale sur le site Fos-sur-Mer	24
6.7.2. Production d'acier en Asie	25
6.8. Transport en amont et en aval	26
6.9. Gestion des déchets	26
7. Hypothèses et inventaire de données du scénario avec projet	27
7.1. Phase Construction	27
7.1.1. Matériaux de construction	27
7.1.2. Matériaux de fabrication de procédé	28
7.1.3. Energie et ressources de chantier	28
7.1.4. Transport des matériaux	28

7.2. Phase Exploitation	28
7.2.1. Consommation d'électricité	28
7.2.2. Consommation de gaz naturel	29
7.2.3. Consommation d'autres combustibles	29
7.2.4. Intrants.....	29
7.2.5. Consommation d'eau	30
7.2.6. Eaux usées.....	30
7.2.7. Production d'acier standard et spéciale.....	30
7.2.8. Transport en amont et en aval.....	31
7.2.9. Gestion des déchets	31
8. Facteurs d'émissions : sources et valeurs	32
8.1. Base Empreinte®	32
8.2. Base INIES	32
8.3. Outil SEVE TP	32
8.4. EcolInvent	32
8.5. Facteurs d'émissions utilisés	33
9. Résultats	34
9.1. Emissions de GES par phases des scénarios.....	34
9.1.1. Phase Construction	34
9.1.2. Phase Exploitation.....	35
9.2. Emissions globales des scénarios	37
9.3. Emissions de GES par postes d'émissions réglementaires du scénario avec projet	40
9.4. Impact du projet.....	41
9.5. Incertitudes	42
10. Mesures « Eviter, Réduire, Compenser »	44
11. Conclusion	46

Table des figures

Figure 1: Localisation du site MARCEGAGLIA.....	7
Figure 2: Localisation de l'emprise ICPE actuelle autorisée (APC du XXXX).....	7
Figure 3 : Description de la production du site de Fos-sur-Mer, avant et après le projet Mistral.....	9
Figure 4 : Equivalents CO ₂	12
Figure 5 Répartition sectorielle des trois budgets carbone en Mt eq CO ₂	20
Figure 6 Répartition des émissions de GES par secteur – Fos-sur-Mer, (2023, Scopes 1+2) - Source CIGALE, Atmosud.....	21
Figure 7 : Emissions de GES de la phase construction du scénario avec projet.....	34
Figure 8 : Détail de l'impact de la construction du scénario avec projet.....	34
Figure 9 : Emissions de GES de la phase exploitation du scénario avec et sans projet	35
Figure 10 : Détails de l'impact de l'exploitation de scénario sans projet	36
Figure 11 : Détails de l'impact de l'exploitation des scénarios sans et avec projet.....	37
Figure 12 : Emissions globales de GES des scénarios avec et sans projet.....	38
Figure 13 : Détail de l'impact global des scénarios sans et avec projet.....	40
Figure 14 : Impact du scénario avec projet par postes d'émissions réglementaires	41
Figure 15 Arbre de décision pour l'estimation des émissions de CO ₂ issues de la production de fer et d'acier.....	48

Table des tableaux

Tableau 1 : Postes d'émissions pris en compte dans l'étude.....	18
Tableau 2 : Inventaire des matières premières, Scénario sans projet.....	23
Tableau 3 Inventaires des données d'activité et teneurs en carbone retenues pour le calcul des émissions de procédé EAF, pour le scénario sans projet	25
Tableau 4 : Quantités de matériaux de construction, Phase travaux Projet Mistral	27
Tableau 5 : Matériaux de fabrication des équipements de procédé, Phase chantier Projet Mistral ...	28
Tableau 6 : Consommations d'énergie et de ressources, Phase chantier Projet Mistral	28
Tableau 7 : Inventaire des matières premières, Scénario avec projet.....	29
Tableau 8 : Inventaire des données d'activité et teneurs en carbone retenues pour le calcul des émissions de procédé EAF, Scénario avec Projet	30
Tableau 9 : Facteurs d'émissions utilisés	33
Tableau 10 : Impact des postes d'émissions réglementaires pour le scénario avec projet.....	40
Tableau 11 Ratios d'émissions de GES par tonne d'acier produite, Comparaison SSP/SAP	42
Tableau 12 Teneurs en carbone des matériaux de procédé, IPCC 2019.....	49
Tableau 13 Transport des intrants, Scénario sans projet.....	50
Tableau 14 Transport des produits sortants, Scénario sans projet.....	50
Tableau 15 Transport de l'acier importé depuis l'Asie, Scénario sans projet.....	50
Tableau 16 Transport des intrants, Scénario avec projet	51
Tableau 17: Transport des produits sortants, Scénario avec projet	51
Tableau 18 : Détail des impacts CO ₂ et des incertitudes du scénario sans projet.....	52
Tableau 19 : Détail des impact CO ₂ et des incertitudes du scénario avec projet.....	52

Table des annexes

Annexe I :	Arbre de décision IPCC 2019, production fer et acier
Annexe II :	IPCC 2019, Teneurs en carbone
Annexe III :	Hypothèses et calculs de transport, Scénario sans projet
Annexe IV :	Hypothèses et calculs de transport, Scénario avec projet
Annexe V :	Détails de l'impact CO ₂ et des incertitudes des postes principaux d'émissions du scénario avec et sans projet

1. Contexte

1.1. Localisation

Le site étudié est implanté dans les Bouches-du-Rhône (13), sur les communes de Fos-sur-Mer et de Port-Saint-Louis-du-Rhône, au sein de la plaine de la Crau, en bordure du golfe de Fos, dans la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, sur l'emprise du Grand Port Maritime de Marseille (GPM).



Figure 1: Localisation du site MARCEGAGLIA

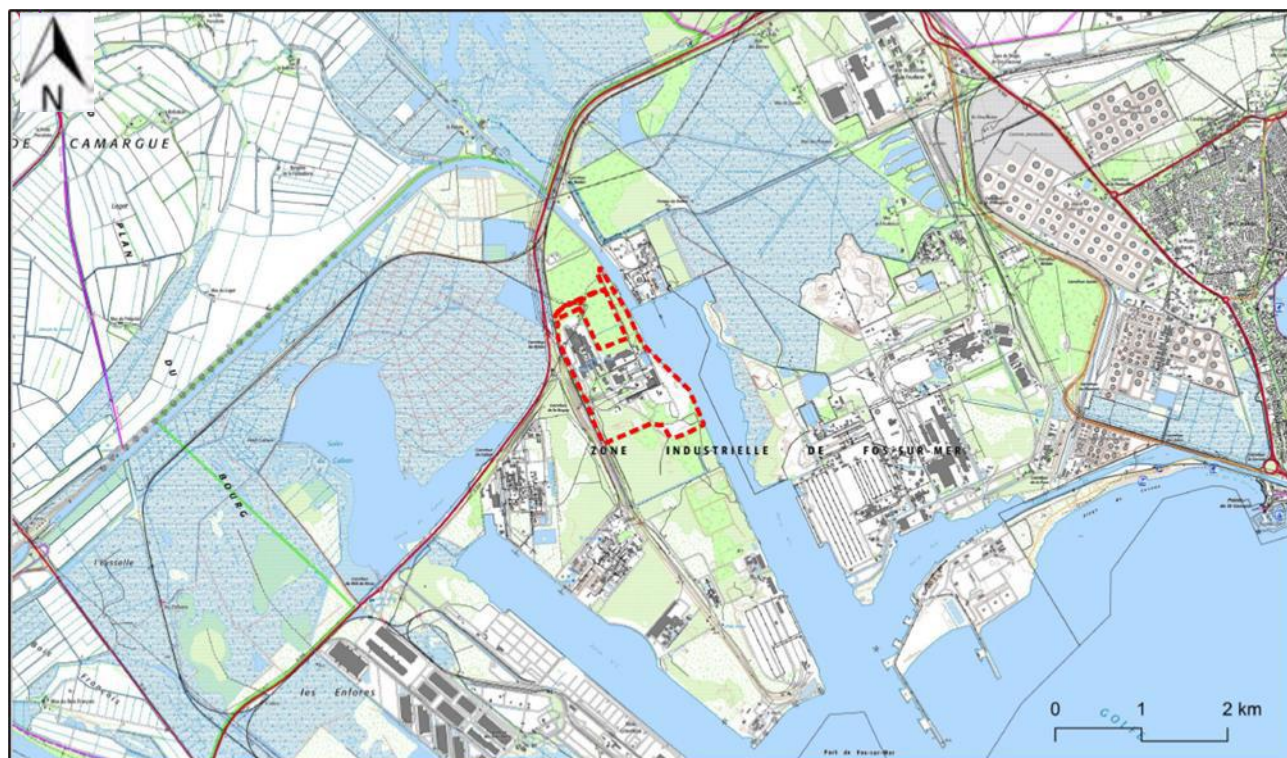


Figure 2: Localisation de l'emprise ICPE actuelle autorisée

Le site s'insère dans un environnement à dominante industrielle, à proximité immédiate de la Darse 1 et d'établissements tels qu'ArcelorMittal, Kem One, Lyondell Chimie France, Elengy et Air Liquide, ainsi que des futurs projets NeoCarb au nord et Gravithy au sud.

L'accès principal au site s'effectue depuis la RD268, au sud de l'emprise.

1.2. Projet

Le projet Mistral, porté par la société Marcegaglia, prévoit de pérenniser l'outil de production historique, et créer une nouvelle unité de production innovante permettant de produire des aciers plats standards bas-carbone.

Implanté au sein de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, sur l'emprise du Grand Port Maritime de Marseille, ce projet s'inscrit dans la volonté du groupe de renforcer la décarbonation de ses activités, de sécuriser ses approvisionnements en aciers standards et de mieux intégrer sa chaîne de valeur à l'échelle européenne.

Il repose sur la pérennisation et le développement de l'activité existante, déjà fondée sur un procédé associant électrification et recyclage de la ferraille, ainsi que sur la création d'une unité innovante de production d'aciers plats standards bas carbone ne reposant pas sur la filière haut-fourneau.

À l'horizon 2029, le projet prévoit de porter la production du site à 2 150 000 tonnes par an, en combinant le maintien de la production d'aciers spéciaux et le développement d'une production de grande capacité d'aciers plats standards électrifiés.

Le projet répond ainsi à plusieurs objectifs complémentaires : pérenniser un site sidérurgique existant, réduire fortement les émissions de gaz à effet de serre associées à la production d'aciers plats par rapport à une filière conventionnelle en cycle complet, contribuer à la souveraineté industrielle nationale et européenne, et accompagner la dynamique de réindustrialisation et de transition de la zone de Fos-sur-Mer.

Il s'appuie également sur les atouts du site, notamment son implantation dans un environnement industrialo-portuaire, l'existence d'infrastructures logistiques adaptées et la possibilité de développer à terme des synergies avec d'autres projets industriels du secteur.

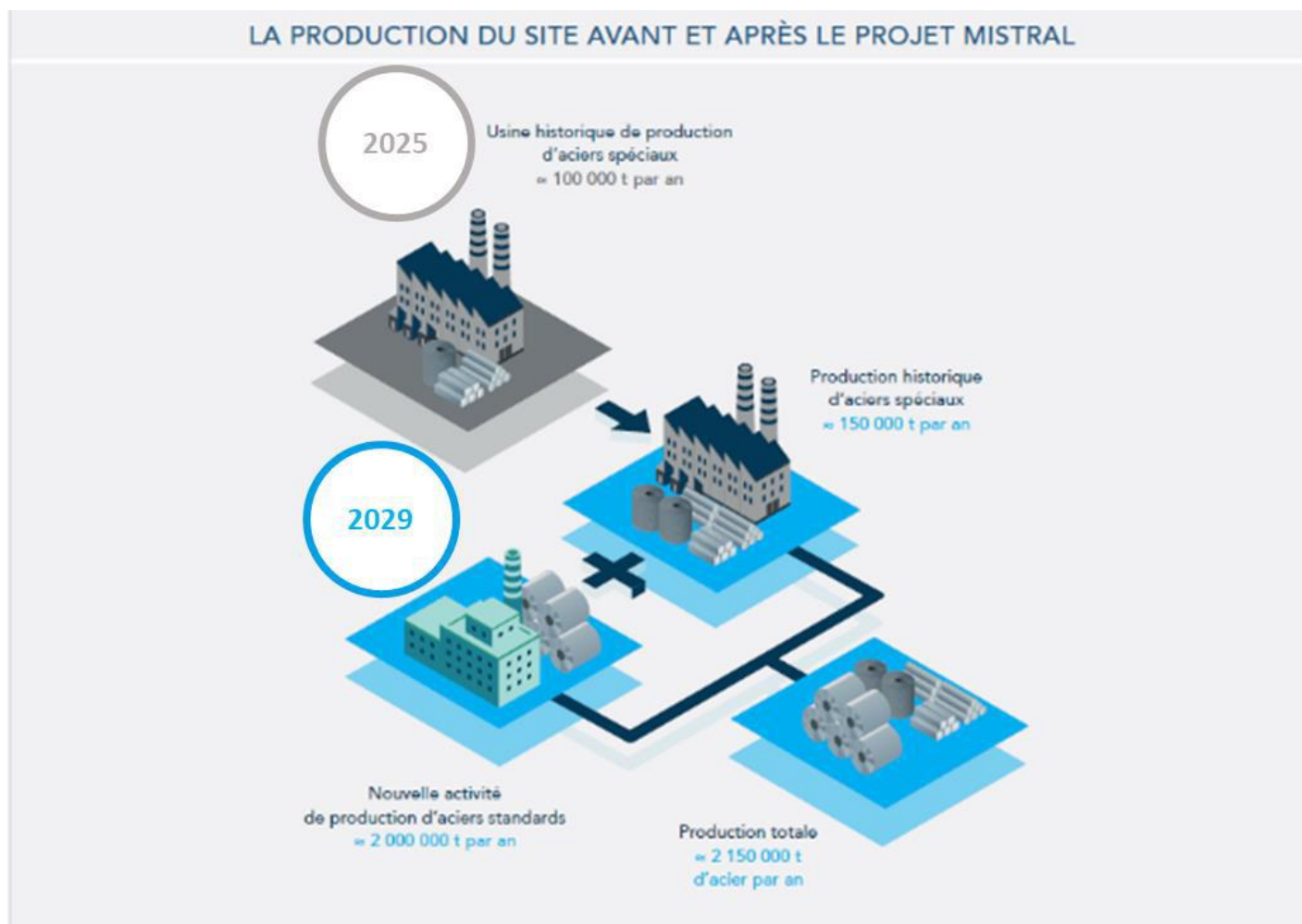


Figure 3 : Description de la production du site de Fos-sur-Mer, avant et après le projet Mistral

2. Méthodologie

Le Ministère de la transition écologique a publié un guide méthodologique le 21 février 2022 dont l'objectif est d'évaluer l'incidence des projets sur les émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact, intégrant :

- Le périmètre d'étude : phase de construction, phase de fonctionnement et phase de fin de vie ;
- Les scénarios à étudier : sans projet et avec projet.

L'étude se déroule en plusieurs phases :

- 1) Définition de l'aire d'étude. Compte tenu de l'impact planétaire des GES sur le climat, l'aire d'étude peut être étendue au-delà du périmètre d'implantation du projet afin de prendre en compte les émissions indirectes ;
- 2) Description de l'état initial de l'environnement qui consiste à identifier et à quantifier les postes d'émissions de GES et/ou les postes de puits carbone sur le site du projet et sur l'aire d'étude ;
- 3) Définition des scénarios avec et sans projet
 - a. Le scénario sans projet est, dans le cas présent, défini comme étant la trajectoire d'évolution des émissions GES la plus probable de l'aire d'étude en l'absence de réalisation du projet.
 - b. Le scénario avec projet correspond à la trajectoire d'évolution des émissions de GES la plus probable de l'aire d'étude à laquelle est ajoutée l'estimation quantifiée des émissions de GES induites par le projet (directes et indirectes).
- 4) Détermination des postes d'émissions significatifs. Pour chaque scénario et sur la base d'une pré-quantification sommaire de chaque poste d'émissions, les postes d'émissions significatifs à prendre en compte dans les calculs d'émissions de GES sont définis ;
- 5) Quantification des émissions et estimation des incertitudes de chaque scénario (avec et sans projet). Le but de cette étape est de quantifier, pour chaque scénario, les postes d'émissions en s'appuyant, par exemple, sur les guides sectoriels existants, les bases de données existantes ou les estimations d'experts disponibles pour des cas proches ou équivalents au projet. Cette partie présente la méthode de calcul à appliquer aux deux scénarios (avec et sans projet). La non-quantification de certains postes d'émissions est justifiée au cours de cette étape. Les émissions des GES sont calculées pour la phase « travaux » comme pour la phase « d'exploitation » ;
- 6) L'incidence du projet se calcule sur les émissions de GES. L'incidence d'un projet se calcule en faisant la différence entre les émissions cumulées de GES du scénario avec projet et les émissions cumulées de GES du scénario sans projet ;
- 7) Définition des mesures ERC (Éviter, Réduire, Compenser). Si à l'issue de l'étape de quantification des émissions de GES du projet, des impacts notables sont mis en évidence, la séquence ERC est alors appliquée.

2.1. Les gaz à effet de serre à considérer

Les GES à prendre en compte dans le recensement des émissions sont ceux identifiés dans le cadre des accords internationaux sur le climat et retenus dans l'accord de Paris, à savoir :

- Le dioxyde de carbone (CO_2) ;
- Le méthane (CH_4) ;
- Le protoxyde d'azote (N_2O) ;
- Les hydrofluorocarbures (HFC) ;
- Les perfluorocarbures (PFC) ;
- L'hexafluorure de soufre (SF_6) ;
- Le trifluorure d'azote (NF_3).

2.2. Les puits de carbone

Un puits de carbone permet de capter (on parle aussi d'absorption) et de stocker une quantité significative de dioxyde de carbone (CO_2) de manière à en limiter la concentration dans l'atmosphère. Il peut s'agir :

- D'écosystèmes gérés par l'homme (forêts, terres agricoles, etc.) ;
- De produits et matériaux issus de la bio-économie à partir de matières végétales (bois, pailles, etc.) ;
- De procédés industriels (capture et stockage ou utilisation du carbone - CSUC).

Ces puits de carbone sont comptabilisés en émissions négatives.

2.3. Les pouvoirs de réchauffement global à utiliser

Chaque gaz à effet de serre précité a des caractéristiques physico-chimiques qui lui sont propres, dont sa durée de vie dans l'atmosphère et sa capacité à absorber les rayons infra-rouges. Une tonne de CH_4 émis dans l'atmosphère n'aura pas le même effet sur le changement climatique qu'une tonne de N_2O par exemple. Ainsi, il est d'usage de convertir les émissions de chaque gaz à effet de serre (GES) en une unité commune afin de pouvoir comparer et sommer les émissions de chaque gaz.

Les pouvoirs de réchauffement global (PRG) permettent de convertir les émissions de GES en équivalents CO_2 . Ils sont proposés par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et établis au niveau international dans le cadre de la convention climat sur les changements climatiques (CCNUCC). Ils font régulièrement l'objet d'actualisation en fonction des connaissances scientifiques. La contribution à l'augmentation de l'effet de serre de chacun des GES est couramment calculée en utilisant les potentiels de réchauffement climatique à 100 ans actualisés sur la base des dernières données publiées par le GIEC.

L'encadré ci-dessous indique les valeurs de PRG à la date de la rédaction du guide de la prise en compte des émissions de GES dans les études d'impact de février 2022. Les émissions seront exprimées en tonnes équivalents CO_2 (t CO_2eq ou teqCO_2) ou leurs multiples (kt CO_2eq , etc.) compte tenu de ces PRG. La contribution à l'augmentation de l'effet de serre de chacun des GES est calculée en utilisant les potentiels de réchauffement climatique à 100 ans.

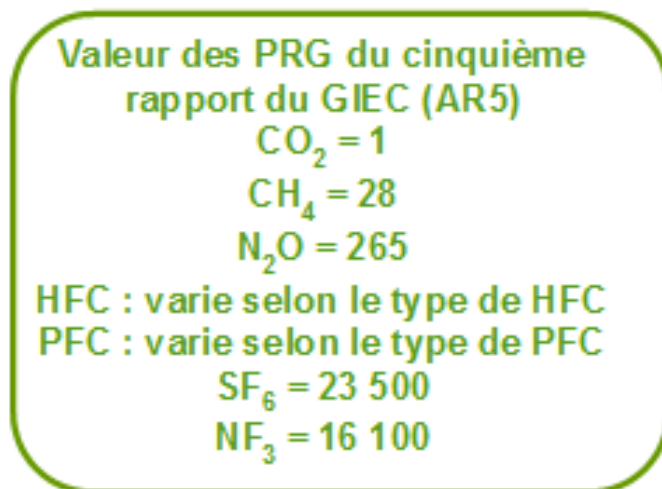


Figure 4 : Equivalents CO_2

3. Définitions des périmètres et de l'aire d'étude

3.1. Périmètre temporel

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre prend en compte toutes les phases du projet, de la construction à la fin de vie du site. Le périmètre temporel se décline ainsi en 3 phases présentées ci-après.

- Phase de construction

Les activités de démolition et de construction ainsi que la production, transformation et l'acheminement des matériaux sont sources d'émissions de GES.

- Phase d'exploitation

La phase d'exploitation correspond à la période de fonctionnement courant du site sidérurgique dans sa configuration projetée. Elle comprend l'exploitation des installations de production, les opérations logistiques associées aux approvisionnements et aux expéditions, ainsi que l'ensemble des activités nécessaires au fonctionnement industriel du site.

Les principales sources d'émissions associées à cette phase sont liées à la production d'acier, aux consommations énergétiques, notamment en électricité et en gaz, à l'utilisation des matières premières et intrants nécessaires au procédé, aux transports amont et aval, ainsi qu'à la gestion des déchets générés par l'exploitation. Cette phase intègre ainsi les usages courants du site tout au long de sa durée d'exploitation.

Durant chacune des phases du projet, celui-ci engendrera ou évitera des émissions qui sont présentées à travers le calcul d'émissions de GES. Ces émissions peuvent être directes ou indirectes.

Les **émissions directes de GES** sont des émissions provenant des installations fixes ou mobiles situées à l'intérieur du périmètre organisationnel du projet, c'est-à-dire des émissions provenant des sources appartenant ou étant sous le contrôle du porteur du projet.

Les émissions de GES (ou leurs absorptions) contrôlées se situent généralement sur le site du projet dont les activités sont placées sous la direction et l'influence du porteur de projet. Il s'agit des sources d'émissions générées par le projet lui-même, c'est-à-dire des sources directes (combustibles des chaudières, fours de réchauffage, carburants des engins de chantier, etc.).

Les **émissions indirectes de GES** sont celles qui découlent des opérations et activités situées à l'extérieur du projet, qui proviennent de sources de GES n'appartenant pas au porteur du projet ou n'étant pas sous son contrôle, mais qui sont liées à des activités nécessaires à l'existence du projet.

Les émissions de GES (ou leurs absorptions) associées au projet sont généralement situées en amont ou en aval du projet et sont liées à un flux de matière ou énergétique qui entre ou sort du site du projet. Ce sont des sources indirectes relatives aux composantes nécessaires à la mise en œuvre et à l'exploitation (voire son démantèlement) du projet (fourniture d'énergie, matériaux de construction, production de matières premières, modification de l'affectation des sols, transport de marchandises, traitement des déchets, etc.).

- Phase de fin de vie

Les émissions associées à la fin de vie du projet ne sont pas quantifiables au stade actuel de l'étude. En effet, le projet a une durée d'exploitation prévue de 50 ans et Marcegaglia n'a pas encore de projection sur le devenir de l'usine.

Cependant 2 hypothèses classiques peuvent être retenues dans un contexte industriel similaire : une démolition de l'usine et une mise à jour des process de production de l'acier, en phase avec les futurs standards qui existeront.

Dans le cas de figure d'une démolition de l'usine, les retours d'expérience sur des projets industriels similaires indiquent que cette démolition a un impact négligeable au regard des émissions totales d'un tel projet. Dans le cas d'une mise à jour des process de production, on considère que les émissions liées aux travaux associés à cette mise à jour ne sont pas à inclure dans la fin de vie de l'actuel projet mais dans la phase de construction de ce potentiel futur projet.

Ainsi, cette étude ne présentera pas de calcul des émissions de gaz à effet de serre de la phase de fin de vie du projet.

3.2. Périmètre spatial (aire d'étude)

Le périmètre spatial des deux scénarios correspond à celui de la chaîne d'approvisionnement étudiée dans le cadre du projet Mistral. Il intègre :

- Les émissions liées aux intrants nécessaires au fonctionnement du site en phase d'exploitation, notamment les consommations d'énergie, les matières premières et intrants du procédé, ainsi que les flux de transport amont ;
- Les émissions liées à la phase de construction du projet, comprenant les matériaux et équipements nécessaires aux travaux, leur acheminement jusqu'au site, ainsi que les consommations associées au chantier ;
- Les émissions générées par les flux sortants, notamment le transport des produits finis vers les usines italiennes du groupe, ainsi que les déchets générés en phase de construction et en phase d'exploitation et leur acheminement vers les filières de traitement ;
- Dans le scénario sans projet, les émissions associées à la production d'acier en Asie destinée à l'approvisionnement des usines italiennes, ainsi qu'à son transport jusqu'aux sites italiens.

L'étude de ces deux scénarios est ainsi menée à une échelle internationale, afin de prendre en compte l'ensemble des flux significatifs de la chaîne de valeur considérée, depuis les approvisionnements et la production jusqu'à l'acheminement des produits finis.

4. Définition du scénario sans projet et du scénario avec projet

4.1. Scénario sans projet

Le scénario sans projet correspond au maintien de la situation actuelle, sans mise en œuvre du projet Mistral, sur la durée de référence retenue pour l'étude. Il repose, d'une part, sur la poursuite de l'exploitation actuelle du site de Fos-sur-Mer, avec une production d'environ 120 kt d'acier et les exutoires actuellement en place, et, d'autre part, sur le maintien de l'approvisionnement des usines italiennes du groupe Marcegaglia par l'importation d'environ 2.18 Mt d'acier produit en Asie.

Aucun aménagement nouveau ni aucune extension des installations en France ne sont donc pris en compte dans ce scénario, qui repose exclusivement sur l'état actuel du site et sur l'organisation existante de la chaîne d'approvisionnement du groupe.

Dans ce cadre, les postes d'émissions intégrés concernent :

- L'exploitation actuelle du site de Fos-sur-Mer ;
- Les consommations énergétiques liées au fonctionnement du site, notamment en électricité et en gaz ;
- Les matières premières et intrants nécessaires à la production actuelle ;
- Les transports amont et aval associés à l'exploitation actuelle du site ;
- La gestion des déchets générés par l'exploitation ;
- La production de 2.18 Mt d'acier en Asie destinée à l'approvisionnement des usines italiennes du groupe ;
- Le transport de cet acier jusqu'aux sites italiens.

Pour rappel, la phase de fin de vie du projet ne fera pas l'objet de calculs, étant entendu qu'elle sera similaire à celle du scénario avec projet.

4.2. Scénario avec projet

Le scénario avec projet correspond à la mise en œuvre du projet Mistral, à savoir l'extension et l'adaptation du site sidérurgique de Fos-sur-Mer, ainsi qu'à son exploitation sur la durée de référence retenue pour l'étude.

Pour rappel, le projet objet de la présente étude concerne :

- L'extension de l'usine en France afin de permettre le développement d'une production d'acier à hauteur d'environ 2.15 Mt par an ;
- La pérennisation des installations industrielles existantes et la mise en place des équipements nécessaires à cette nouvelle capacité de production ;
- L'organisation des flux logistiques associés à l'approvisionnement du site, à l'expédition des produits finis et à leur transport vers les usines italiennes du groupe.

Ainsi, le scénario avec projet considéré dans cette étude intègre les phases suivantes.

La phase de travaux, comprenant :

- Les travaux de construction du projet Mistral et de pérennisation des installations industrielles existantes ;
- L'achat et le transport des matériaux, équipements et composants nécessaires au chantier, depuis leur site de production ou d'achat jusqu'au site ;
- L'utilisation des engins de chantier et les consommations associées ;
- La consommation d'électricité et d'eau liée aux travaux ;
- Le transport et le traitement des déchets de chantier.

La phase d'exploitation, dont les principaux postes d'émissions sont :

- La production d'acier sur le site ;
- Les consommations énergétiques, notamment en électricité et en gaz ;
- Les matières premières et intrants nécessaires au procédé ;
- Les transports amont liés à l'approvisionnement du site ;
- Les transports aval liés à l'expédition des produits finis, notamment vers les usines italiennes du groupe ;
- La gestion des déchets générés par l'exploitation.

Pour rappel, la phase de fin de vie du projet ne fera pas l'objet de calculs, étant entendu qu'elle sera similaire à celle du scénario sans projet.

4.3. Postes d'émissions significatifs

Le tableau suivant présente les postes d'émissions de la méthode réglementaire du Bilan Carbone® significatifs pour les scénarios sans projet et avec projet, ainsi que le motif d'exclusion des autres postes :

Tableau 1 : Postes d'émissions pris en compte dans l'étude

Catégories d'émissions	Numéros	Postes d'émissions	Postes significatifs		Motif d'exclusion	
			Scénario sans projet	Scénario avec projet	Scénario sans projet	Scénario avec projet
1. Emissions directes de GES	1.1	Emissions directes des sources fixes de combustion	Consommation de gaz naturel d'autres combustibles pour la production d'acier	Consommation de gaz naturel d'autres combustibles pour la production d'acier		
	1.2	Emissions directes des sources mobiles à moteur thermique		Consommation des engins (phase travaux)	Non rencontré	
	1.3	Emissions directes des procédés hors énergie	Émissions directes de procédé liées à la fabrication de l'acier, hors usages énergétiques. Emissions directes de procédé de fabrication d'acier en asie	Émissions directes de procédé liées à la fabrication de l'acier, hors usages énergétiques.		
	1.4	Emissions directes fugitives			Non rencontré	Non rencontré
	1.5	Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)			Non rencontré	Non rencontré
2. Emissions indirectes associées à l'énergie	2.1	Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	Electricité consommée sur le site	Electricité consommée sur le site en phase d'exploitation et électricité en phase travaux		
	2.2	Emissions indirectes liées à la consommation d'énergie autre que l'électricité			Non rencontré	Non rencontré
3. Emissions indirectes associées au transport	3.1	Transport de marchandise amont	Transport des déchets, transport des intrants, transport des produits finis, transport d'acier depuis l'Asie	Transport des matériaux de construction / Transport des déchets / Transport des intrants / Transport des produits finis		
	3.2	Transport de marchandise aval				
	3.3	Déplacements domicile travail			Non rencontré	Non rencontré
	3.4	Transport des visiteurs et des clients			Non rencontré	Non rencontré
	3.5	Déplacements professionnels			Non rencontré	Non rencontré
4. Emissions indirectes associées aux produits achetés	4.1	Achats de biens	Tous les intrants nécessaires pour la production d'acier	Matériaux de construction / Tous les intrants nécessaires pour la production d'acier		
	4.2	Immobilisations de biens			Non rencontré	Non rencontré
	4.3	Gestion des déchets	Gestion des déchets d'exploitation	Gestion des déchets d'exploitation		
	4.4	Actifs en leasing amont			Non rencontré	Non rencontré
	4.5	Achats de services			Non rencontré	Non rencontré
5. Emissions indirectes associées aux produits vendus	5.1	Utilisation des produits vendus			Non rencontré	Non rencontré
	5.2	Actifs en leasing aval			Non rencontré	Non rencontré
	5.3	Fin de vie des produits vendus			Non rencontré	Non rencontré
	5.4	Investissements			Non rencontré	Non rencontré
6. Autres émissions indirectes	6.1	Autres émissions indirectes			Non rencontré	Non rencontré

5. Description de l'état initial

D'après le guide méthodologique « Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact », « La description de l'état initial doit consister en une identification des émissions du scénario sans projet. Elle doit être conduite de manière proportionnée au volume pré-estimé d'émissions générées par le projet sur son territoire d'implantation. Pour cela, il convient de s'appuyer sur des bilans d'émissions à différentes échelles géographiques, en fonction du projet, et des données disponibles. »

5.1. Echelle nationale

D'après le guide méthodologique « Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact », « La description de l'état initial doit consister en une identification des émissions du scénario sans projet. Elle doit être conduite de manière proportionnée au volume pré-estimé d'émissions générées par le projet sur son territoire d'implantation. Pour cela, il convient de s'appuyer sur des bilans d'émissions à différentes échelles géographiques, en fonction du projet, et des données disponibles. »

1. Echelle nationale

Depuis 2007, le Grenelle de l'environnement a permis de renforcer très largement la politique climatique de la France (initialement basée sur le protocole de Kyoto), en fixant des objectifs très ambitieux dans tous les secteurs de l'économie, et notamment :

- La maîtrise de la demande en énergie dans le bâtiment à travers un programme de ruptures technologiques dans le bâtiment neuf et un chantier de rénovation énergétique radicale dans l'existant ;
- Le développement accéléré des modes de transports ferroviaires et l'encouragement des véhicules les moins consommateurs ;
- Le développement des énergies renouvelables (...) ;
- L'interdiction de la vente de matériaux de construction et de produits phytosanitaires dangereux pour la santé et pour l'environnement, et déclaration obligatoire de produits contenant des nanomatériaux en vente auprès du grand public. Cela s'accompagne également de la mise en place d'un plan sur la qualité de l'air ;
- La réduction des déchets avec des objectifs portant à la fois sur la réduction de leur production et sur l'amélioration de leur valorisation ;
- La politique de la France est traduite dans le Plan Climat National qui fait l'objet d'une actualisation tous les deux ans. Ce plan détaille les mesures de réduction des émissions de GES applicables à tous les secteurs de l'économie et de la vie quotidienne des Français.

Introduite par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) est la feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du changement climatique. Elle constitue l'un des deux volets de la politique climatique française, au côté du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC).

Des travaux de révision de la Stratégie nationale bas-carbone sont en cours, pour adopter la troisième édition de la SNBC (SNBC 3), ajuster les budgets carbone 2024-2028 et 2029-2033 en cohérence avec la nouvelle ambition climatique, et arrêter le budget carbone de la période 2034-2038.

Le projet de SNBC 3, en passe d'être adopté, vise à atteindre la neutralité carbone en 2050 et fixe un objectif de réduction des émissions territoriales de 50 % d'ici 2030 par rapport à 1990, contre 40 % dans la SNBC 2, en cohérence avec l'objectif européen "Fit for 55". L'atteinte de ces cibles implique de baisser les émissions de gaz à effet de serre d'environ 5 % en moyenne chaque année d'ici 2030.

Elle donne des orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activités (transports, bâtiments, agriculture, forêt-bois, industrie, production d'énergie, déchets), la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable.

La répartition sectorielle des budgets carbone est la suivante :

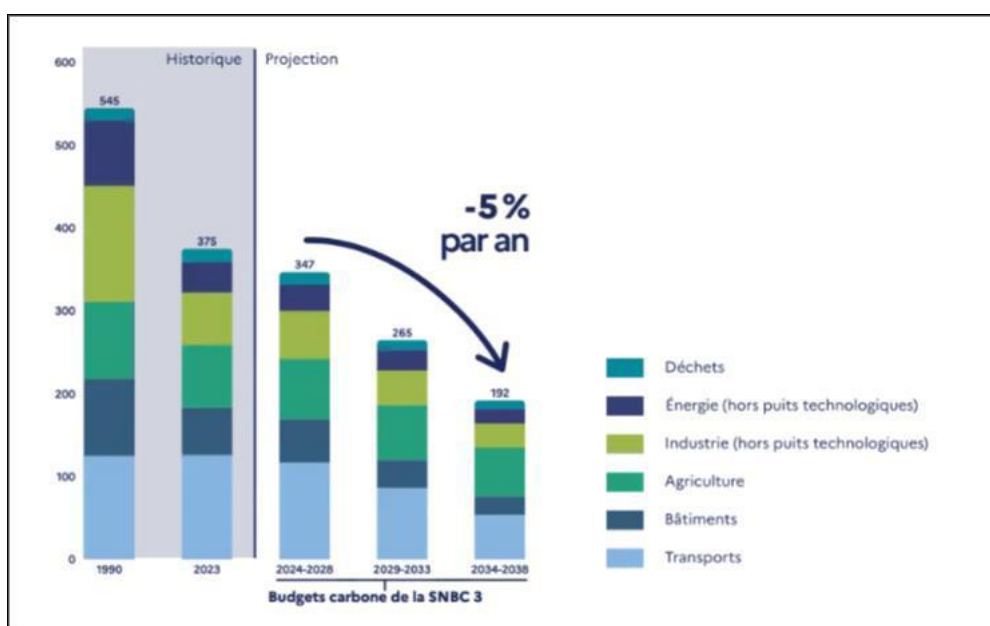


Figure 5 Répartition sectorielle des trois budgets carbone en Mt eq CO₂

5.2. Echelle locale

À l'échelle locale, les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre (scope 1+2) du territoire d'implantation du projet Fos-sur-Mer s'élèvent à 7.5 Mt eq CO₂ pour l'année de référence 2023. Ces données sont issues de l'outil CIGALE, développé par AtmoSud, qui met à disposition des indicateurs territoriaux Air-Climat-Énergie à l'échelle communale et permet une lecture des émissions selon différents formats de rapportage, dont l'approche scope 2 pour les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité et de chaleur. Les inventaires AtmoSud sont actualisés annuellement selon un référentiel méthodologique homogène, les dernières versions remplaçant et corrigeant, le cas échéant, les versions antérieures, ce qui garantit la cohérence des analyses temporelles et sectorielles à l'échelle du territoire étudié.

La répartition sectorielle des émissions met en évidence la prédominance du secteur industriel, avec 6.157 Mt eq CO₂, soit 82 % des émissions totales, suivi du secteur de production d'énergie (0.8 Mt eq CO₂, soit 11.4 %) et de secteur maritime (0.34 M t eq CO₂, soit 4.5 %).

Cette structure d'émissions est cohérente avec l'inscription du site dans la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, qui constitue l'un des principaux pôles industriels et logistiques de la région.

À une échelle plus large, le golfe de Fos – étang de Berre concentre à lui seul environ 25 % des émissions industrielles de CO₂ en France et 40 % des émissions régionales toutes sources confondues, tandis que l'industrie représente 67 % des émissions de GES à l'échelle de la Métropole Aix-Marseille-Provence.

Les autres secteurs contribuent de manière secondaire au profil local d'émissions, qui se distingue ainsi nettement de celui de territoires à dominante résidentielle ou tertiaire

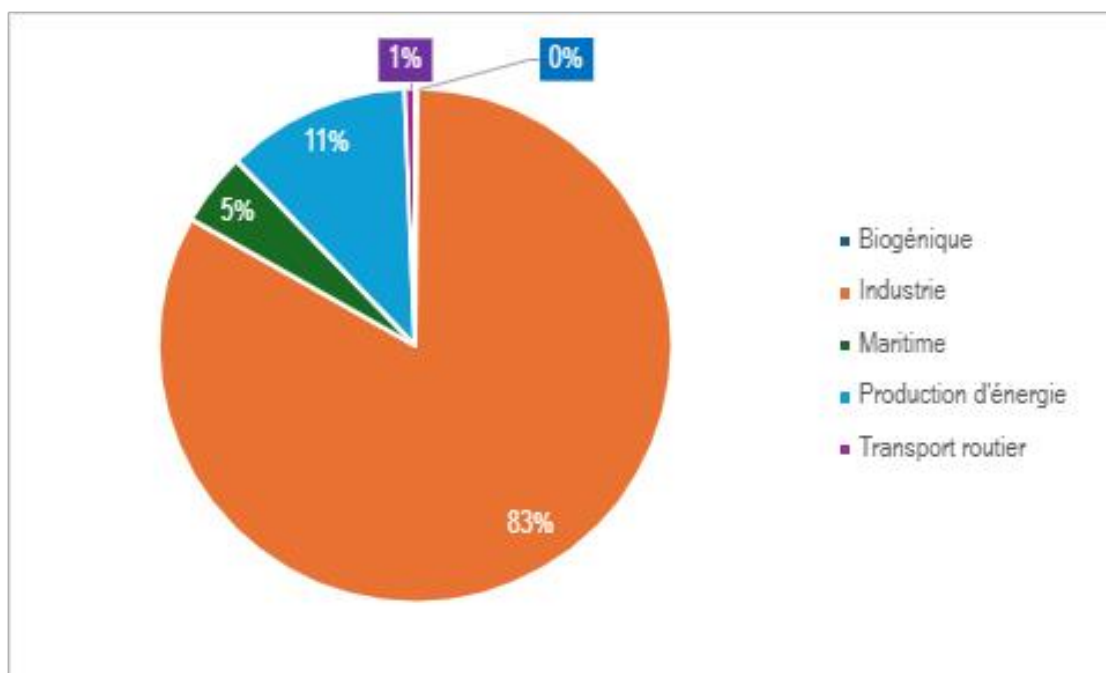


Figure 6 Répartition des émissions de GES par secteur – Fos-sur-Mer, (2023, Scopes 1+2) - Source CIGALE, Atmosud

6. Hypothèses et inventaire de données du scénario sans projet

Le scénario sans projet (SSP) correspond au maintien de la situation actuelle, sans réalisation du projet Mistral. Il repose, d'une part, sur la poursuite de l'exploitation actuelle du site de Fos-sur-Mer, sur la base d'une production d'environ 120 kt d'acier avec les exutoires actuels, et, d'autre part, sur le maintien de l'approvisionnement des usines italiennes du groupe par importation d'environ 2.18 Mt d'acier produit en Asie.

Ce scénario intègre ainsi les impacts liés au fonctionnement actuel du site, ainsi que ceux associés à la production de cet acier en Asie et à son transport jusqu'aux sites italiens, et constitue la situation de référence retenue pour l'évaluation de l'impact global de la chaîne d'approvisionnement du groupe.

Les hypothèses et données d'inventaire retenues pour ces différents postes sont présentées dans les chapitres suivants.

6.1. Consommations d'électricité

Les données relatives à la consommation d'électricité proviennent des données de fonctionnement du site. La consommation électrique annuelle du site est évaluée à 177 000 MWh/an, soit une consommation cumulée de 8 850 000 MWh sur la durée de vie considérée.

Le facteur d'émission retenu pour l'électricité est issu de la Base Empreinte®.

6.2. Consommations de gaz naturel

Les données relatives à la consommation de gaz naturel proviennent des données de fonctionnement du site. La consommation annuelle de gaz naturel est évaluée à 200 000 MWh/an, soit une consommation cumulée de 10 000 000 MWh sur la durée de vie considérée.

Le facteur d'émission retenu pour le gaz naturel est issu de la Base Empreinte®.

6.3. Consommations d'autres combustibles

Les données relatives aux consommations d'autres combustibles sont estimées à 400 m³/an, soit une consommation cumulée de 20 000 m³ sur la durée de vie considérée. En l'absence de précision sur la nature exacte du combustible utilisé, l'hypothèse retenue est celle du fioul, sur la base d'un facteur d'émission plus majorant que celui du GNR. Cette hypothèse, dont l'incidence sur le résultat reste limitée au regard de l'écart entre les facteurs d'émission considérés, permet de retenir une approche prudente pour l'évaluation des émissions associées.

Le facteur d'émission appliqué est issu de la Base Empreinte®.

6.4. Intrants

Les données relatives aux matières premières consommées sur le site de Fos-sur-Mer dans le cadre du scénario sans projet sont les suivantes :

Tableau 2 : Inventaire des matières premières, Scénario sans projet

Matériau	Quantité (t/an)
Ferrailles	150 000
Electrodes	550
Ferro Alliages	4 700
Chaux et dolomite	8 240
Réfractaires	392
Fonte	7 732
Charbon	2700

Les quantités présentées dans le tableau ci-dessus sont des consommations annuelles, ramenées sur la durée de vie de référence de l'étude de 50 ans pour le calcul des émissions cumulées.

Les facteurs d'émission retenus pour chaque matériau sont issus des bases de données de référence. Pour les ferrailles, le facteur d'émission retenu est nul, les ferrailles étant issues du recyclage et de la collecte de déchets industriels, elles ne génèrent pas d'émissions de GES à leur production au sens de l'analyse de cycle de vie. Pour la chaux et la dolomite, le facteur d'émission est issu de la Base Empreinte®. Pour les autres matériaux, ferro-alliages et réfractaires, les facteurs d'émission sont issus de la base de données Ecoinvent, en retenant les activités de type "production" et non "market for", le transport de ces matériaux étant modélisé séparément dans le cadre de ce bilan.

Pour la fonte, le facteur d'émission retenu est issu de la Déclaration Environnementale Produit (EPD) du fournisseur, en retenant les phases A1-A3 correspondant à l'extraction des matières premières, au transport jusqu'au site de production et à la fabrication. L'utilisation d'une EPD spécifique au fournisseur constitue l'approche la plus précise et la plus représentative de la réalité du site, les données étant directement issues du cycle de vie réel du produit utilisé.

Le poste électrodes n'a pas pu être modélisé dans le cadre de cette étude, aucun facteur d'émission fiable et représentatif n'ayant pu être identifié dans les bases de données disponibles.

6.5. Consommation d'eau

Les données relatives à la consommation d'eau proviennent des données de fonctionnement du site. La consommation annuelle d'eau du site est évaluée à 550 000 m³/an, soit une consommation cumulée de 27 500 000 m³ sur la durée de vie considérée.

Le facteur d'émission retenu pour l'eau est issu de la Base Empreinte®.

6.6. Eaux usées

Le volume annuel d'eaux usées industrielles rejetées est estimé à 60 000 m³/an, soit un volume cumulé de 3 000 000 m³ sur la durée de vie retenue dans l'étude.

Les émissions associées au traitement de ces rejets sont évaluées à partir du facteur d'émission correspondant, issu de la Base Empreinte®.

6.7. Production d'acier

6.7.1. Production d'acier spéciale sur le site Fos-sur-Mer

La quantification des émissions de gaz à effet de serre liées aux réactions chimiques intrinsèques du four électrique à arc (EAF) repose sur les lignes directrices du GIEC (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3 : Industrial Processes and Product Use, Chapitre 4 : Metal Industry Emissions).

Ces émissions sont classées dans la catégorie IPPU (Industrial Processes and Product Use) et sont distinctes des émissions énergétiques liées à la consommation d'électricité et de gaz naturel, qui font l'objet d'un calcul séparé.

En effet, la méthodologie IPCC distingue explicitement les émissions énergétiques (Energy), issues de la combustion de combustibles fossiles et de la consommation d'électricité, des émissions de procédé (IPPU, non-energy), issues des réactions chimiques inhérentes au procédé métallurgique indépendamment de toute source d'énergie. Le présent paragraphe traite exclusivement de cette seconde catégorie.

Conformément à l'arbre de décision présenté à la Figure 4.7 du Chapitre 4 (Volume 3) des lignes directrices IPCC 2019 (voir Annexe 1), le choix de la méthode de calcul dépend de la disponibilité des données d'activité au niveau de l'installation. La méthode Tier 2 a été retenue dans le cadre de la présente étude.

Cette méthode est basée sur le bilan massique du carbone, utilisant les données réelles de consommation de matériaux carbonés entrant et sortant du procédé, combinées aux teneurs en carbone par défaut de la Table 4.3 IPCC (voir Annexe 2). Elle offre un niveau de précision satisfaisant, cohérent avec les données disponibles au niveau de l'installation.

L'équation appliquée est l'Équation 4.9 (Updated) du Chapitre 4 des lignes directrices IPCC 2019, qui calcule les émissions de CO₂ non-énergétiques à partir du bilan massique du carbone sur l'ensemble des intrants et extrants carbonés du procédé :

$$E_{\text{CO}_2, \text{ non-energy}} = [CE \times C_{\text{CE}} + CI \times C_{\text{CI}} + \sum (O_b \times C_b) + L \times C_L + D \times C_D - S \times C_S] \times 44/12$$

Où :

- **E_{CO₂, non-energy}** : émissions de CO₂ de procédé à reporter dans la catégorie IPPU, en tonnes de CO₂
- **CE** : quantité d'électrodes carbone consommées, en tonnes
- **C_{CE}** : teneur en carbone des électrodes, en tonnes C / tonne
- **CI** : quantité de charbon injecté directement dans le four, en tonnes
- **C_{CI}** : teneur en carbone du charbon injecté, en tonnes C / tonne
- **O_b** : quantité de chaque autre matériau carboné b entrant dans le procédé (ferrailles, fonte, HBI, ferro-alliages carbonés...), en tonnes
- **C_b** : teneur en carbone du matériau b, en tonnes C / tonne
- **L** : quantité de calcaire / chaux consommée, en tonnes
- **C_L** : teneur en carbone du calcaire, en tonnes C / tonne
- **D** : quantité de dolomie consommée, en tonnes
- **C_D** : teneur en carbone de la dolomie, en tonnes C / tonne
- **S** : quantité d'acier produit, en tonnes
- **C_S** : teneur en carbone de l'acier produit, en tonnes C / tonne

- **44/12** : rapport des masses molaires CO_2/C , permettant de convertir le carbone net en CO_2 équivalent

Les termes de l'équation générale non applicables au site Marcegaglia ont été écartés, à savoir le coke métallurgique (PC), les sous-produits de cokerie (COB), le gaz de haut fourneau (BFG), le gaz de cokerie (COG) et la fonte produite non convertie en acier (IP), le site ne disposant ni de haut fourneau ni de cokerie, son procédé reposant exclusivement sur la fusion de ferrailles en four à arc électrique.

Les termes retenus couvrent l'ensemble des intrants carbonés identifiés sur le site. Les électrodes en graphite se consomment progressivement au cours du procédé de fusion par arc électrique et constituent le flux carboné le plus pur du procédé.

Le charbon injecté dans le four est comptabilisé à des fins de moussage du laitier et de recarburation de l'acier. Parmi les autres matériaux carbonés, les ferrailles, la fonte et les ferro-alliages carbonés sont retenus avec les teneurs présentées dans le tableau ci-après. Pour le charbon injecté, les ferrailles et la fonte, les teneurs en carbone retenues sont issues de la déclaration annuelle des émissions de GES du site, ces valeurs étant représentatives des matériaux effectivement utilisés dans le procédé.

Pour les ferro-alliages carbonés, aucune valeur par défaut n'étant disponible dans la Table 4.3 IPCC (voir Annexe 2), une teneur issue de la littérature technique a été retenue. Les autres matériaux sont retenus avec les teneurs par défaut de la Table 4.3 IPCC. La chaux et la dolomie ne sont comptabilisées que si elles se présentent sous forme non calcinée, leur CO_2 ayant dans le cas contraire déjà été émis chez le fournisseur lors de la calcination.

Enfin, le carbone retenu dans l'acier produit en sortie de procédé est soustrait du bilan.
Le tableau suivant présente l'ensemble des données d'activité retenues pour la situation de référence, les teneurs en carbone associées, et la contribution de chaque poste aux émissions de procédé :

Tableau 3 Inventaires des données d'activité et teneurs en carbone retenues pour le calcul des émissions de procédé EAF, pour le scénario sans projet

Terme	Matériau	Quantité (t/an)	Teneur C (tC/t)	Source teneur C
CE	Electrodes graphite	550	1.00	Table 4.3 IPCC
CI	Charbon injecté	2 700	0.83	Déclaration annuelle
O_b	Ferrailles	150 000	0.01	Déclaration annuelle
O_b	Fonte	7 732	0.04	Déclaration annuelle
O_b	Ferro-alliages	4 700	0.06	Littérature technique
S	Acier produit	120 000	0.01	Table 4.3 IPCC

6.7.2. Production d'acier en Asie

Les données relatives à la production d'acier importé proviennent des données d'approvisionnement du groupe. Le volume annuel d'acier plat standard importé depuis l'Asie : Chine, Vietnam, Malaisie et Indonésie, est évalué à 2 180 000 t/an, soit une production cumulée de 109 000 000 tonnes d'aciers produits en Asie.

Le facteur d'émission retenu est issu de la base de données Ecoinvent 3.12, pour l'activité *steel production, low-alloyed, hot rolled*, géographie Rest-of-World, soit **2.30 t eq CO_2 /t d'acier**. Ce facteur,

couvrant un périmètre cradle-to-gate, est appliqué de manière uniforme à l'ensemble du volume importé indépendamment de l'origine géographique précise des approvisionnements.

6.8. Transport en amont et en aval

Les données relatives au transport dans le cadre du scénario sans projet couvrent l'ensemble des flux logistiques associés à l'exploitation du site de Fos-sur-Mer ainsi qu'à l'approvisionnement de l'usine italienne. Les flux de transport pris en compte sont les suivants :

- Le transport maritime, assurant l'acheminement des matières premières et de l'acier importé depuis les zones d'approvisionnement jusqu'aux sites concernés ;
- Le transport ferroviaire, assurant le relais depuis les ports jusqu'aux sites de destination ;
- Le transport routier par camion, assurant les livraisons et expéditions depuis et vers le site de Fos-sur-Mer.

Les facteurs d'émission retenus pour chacun de ces modes de transport sont issus de la Base Empreinte®. Le détail des distances et des calculs associés est présenté en Annexe 3.

6.9. Gestion des déchets

Les données relatives à la gestion des déchets d'exploitation pour le scénario sans projet sont les suivantes. Le site génère annuellement 35 000 tonnes de co-produits procédé, comprenant les laitiers EAF, les réfractaires usés et les battitures. La part valorisée s'élève à 50% du tonnage total, selon les filières suivantes : les réfractaires sont repris par le fournisseur pour refabrication, et les battitures sont valorisées en cimenterie. Les 50% restants sont orientés vers le stockage.

Les facteurs d'émission retenus sont issus de la Base Empreinte®.

7. Hypothèses et inventaire de données du scénario avec projet

Le scénario avec projet (SAP) correspond à la mise en œuvre du projet Mistral et à l'exploitation du site dans sa configuration projetée. Il repose sur l'extension de l'usine en France afin de porter la production à environ 2.15 Mt d'acier, ainsi que sur l'acheminement de l'acier produit vers les usines italiennes du groupe.

Le scénario avec projet retenu dans la présente étude intègre ainsi l'ensemble des postes nécessaires à la réalisation et au fonctionnement de cette nouvelle chaîne de production, depuis la phase de construction jusqu'à la phase d'exploitation.

Ainsi, le scénario avec projet considéré dans cette étude intègre :

La phase de construction, comprenant :

- Les travaux de construction du projet Mistral et de pérennisation des installations industrielles existantes ;
- La construction des nouveaux équipements nécessaires à la production d'acier ;
- La fabrication et l'acheminement des matériaux, équipements et composants nécessaires au chantier ;
- Les engins et consommations associés aux travaux ;
- La gestion et le traitement des déchets de chantier ;

La phase d'exploitation, comprenant notamment :

- La production d'acier sur le site ;
- Les consommations d'électricité et de gaz ;
- Les consommations d'intrants et de matières premières nécessaires au procédé ;
- Les flux de transport amont des matières et approvisionnements ;
- Les flux de transport aval des produits finis, notamment vers les usines italiennes du groupe ;
- La gestion des déchets générés en phase d'exploitation.

7.1. Phase Construction

7.1.1. Matériaux de construction

Les quantités de matériaux de construction retenues pour la phase chantier du projet Mistral sont les suivantes :

Tableau 4 : Quantités de matériaux de construction, Phase travaux Projet Mistral

Matériau	Quantité	Unité
Béton	212 293	m ³
Béton armé	500 000	t
Acier	52 000	t
Terrassement	300 000	m ³
Gravats / Remblais	500 000	t

Pour la conversion du béton, une masse volumique de 2.4 t/m³ a été retenue. Les facteurs d'émission retenus pour chacun de ces matériaux sont issus de la Base Empreinte®.

7.1.2. Matériaux de fabrication de procédé

En l'absence de détail sur la composition exacte de ces matériaux, l'hypothèse retenue est que l'ensemble du tonnage est majoritairement constitué d'acier. Cette hypothèse est majorante et permet de retenir une approche prudente pour l'évaluation des émissions associées. Le facteur d'émission appliqué est celui de l'acier, issu de la Base Empreinte®.

Tableau 5 : Matériaux de fabrication des équipements de procédé, Phase chantier Projet Mistral

Poste	Quantité (t)
Four EAF et four poche	100 000
Autres équipements	200 000

7.1.3. Energie et ressources de chantier

Les consommations d'énergie et de ressources retenues pour la phase chantier du projet Mistral sont les suivantes :

Tableau 6 : Consommations d'énergie et de ressources, Phase chantier Projet Mistral

Poste	Quantité	Unité
Carburant diesel	1 000 000	L
Electricité chantier	100 000	kWh
Eau de chantier	1 000 000 000	L

Les facteurs d'émission retenus pour chacun de ces postes, sont issus de la Base Empreinte®.

7.1.4. Transport des matériaux

Les matériaux de construction sont approvisionnés localement, le site de Fos-sur-Mer étant situé dans une zone industrielle disposant de nombreux fournisseurs à proximité. Une distance de 50 km a donc été retenue pour l'ensemble des matériaux, par transport routier.

Le facteur d'émission retenu est issu de la Base Empreinte®.

7.2. Phase Exploitation

7.2.1. Consommation d'électricité

Les données relatives à la consommation d'électricité du site en situation projetée sont issues des données de fonctionnement du projet Mistral. La consommation électrique annuelle du site est évaluée à 1 850 000 MWh/an, soit une consommation cumulée de 92 500 000 MWh sur la durée de vie considérée.

Le facteur d'émission retenu pour l'électricité est issu de la Base Empreinte®.

7.2.2. Consommation de gaz naturel

Les données relatives à la consommation de gaz naturel proviennent des données de fonctionnement futur du site. La consommation annuelle de gaz naturel est évaluée à 1 950 000 MWh/an, soit une consommation cumulée de 97 500 000 MWh sur la durée de vie considérée.

Le facteur d'émission retenu pour le gaz naturel est issu de la Base Empreinte®.

7.2.3. Consommation d'autres combustibles

Les données relatives aux consommations d'autres combustibles sont estimées à 20 000 m³/an, soit une consommation cumulée de 1 000 000 m³ sur la durée de vie considérée. En l'absence de précision sur la nature exacte du combustible utilisé, l'hypothèse retenue est celle du fioul, sur la base d'un facteur d'émission plus majorant que celui du GNR. Cette hypothèse, dont l'incidence sur le résultat reste limitée au regard de l'écart entre les facteurs d'émission considérés, permet de retenir une approche prudente pour l'évaluation des émissions associées.

Le facteur d'émission appliqué est issu de la Base Empreinte®.

7.2.4. Intrants

Les matières premières consommées sur le site de Fos-sur-Mer dans le cadre du scénario avec projet sont les suivantes :

Tableau 7 : Inventaire des matières premières, Scénario avec projet

Matériau	Quantité (t/an)
Brames inox	362 000
Ferrailles	1 805 000
Ferroalliages	130 000
Chaux et dolomite	135 000
HBI	540 000
Réfractaires	55 000
Fonte	105 000
Charbon	57 000
Electrodes	3 900

Les quantités présentées dans le tableau ci-dessus sont des consommations annuelles, ramenées sur la durée de vie de référence de l'étude de 50 ans pour le calcul des émissions cumulées.

Les facteurs d'émission retenus pour chaque matériau sont issus des bases de données de référence. Pour les ferrailles, le facteur d'émission retenu est nul, ces dernières étant issues du recyclage et de la collecte de déchets industriels et ne générant pas d'émissions de GES à leur production au sens de l'analyse de cycle de vie.

Pour la chaux et la dolomite, le facteur d'émission est issu de la Base Empreinte®. Pour les ferroalliages, réfractaires et charbon, les facteurs d'émission sont issus de la base de données Ecoinvent, en retenant les activités de type "production" et non "market for", le transport de ces matériaux étant modélisé séparément dans le cadre de ce bilan.

Pour les brames inox, le HBI et la fonte, les facteurs d'émission sont issus des Déclarations Environnementales Produit (EPD) des fournisseurs respectifs, en retenant les phases A1-A3. L'utilisation d'EPD spécifiques aux fournisseurs constitue l'approche la plus précise et la plus représentative de la réalité du site, les données étant directement issues du cycle de vie réel des produits utilisés.

Il convient de noter que la quantité de ferrailles présentée dans le tableau ci-dessus correspond aux ferrailles approvisionnées depuis l'extérieur du site. Les chutes internes générées sur site (70 000 t/an) s'ajoutent à ce flux pour constituer la charge totale de ferrailles alimentant le four EAF, soit 1 875 000 t/an, valeur retenue dans le calcul des émissions de procédé.

7.2.5. Consommation d'eau

Les données relatives à la consommation d'eau proviennent des données de fonctionnement du site. La consommation annuelle d'eau du site est évaluée à 4 560 000 m³/an, soit une consommation cumulée de 228 000 000 m³ sur la durée de vie considérée.

Le facteur d'émission retenu pour l'eau est issu de la Base Empreinte®.

7.2.6. Eaux usées

Le volume annuel d'eaux usées industrielles rejetées est estimé à 530 000 m³/an, soit un volume cumulé de 26 500 000 m³ sur la durée de vie retenue dans l'étude.

Les émissions associées au traitement de ces rejets sont évaluées à partir du facteur d'émission correspondant, issu de la Base Empreinte®.

7.2.7. Production d'acier standard et spéciale

La quantification des émissions de procédé du four électrique à arc pour le scénario avec projet repose sur la même méthodologie que celle appliquée dans le scénario sans projet et détaillée à la section 6.7.1, à savoir l'Équation 4.9 (Updated) des lignes directrices IPCC 2019, appliquée séparément aux deux types de production du site : les aciers spéciaux (150 kt/an) et les aciers standards (2 Mt/an).

Les termes retenus, les teneurs en carbone associées et leurs sources sont identiques à ceux présentés précédemment. Seules les quantités d'intrants diffèrent selon le type de production.

Le tableau suivant présente l'ensemble des données d'activité retenues pour les deux types de production :

Tableau 8 : Inventaire des données d'activité et teneurs en carbone retenues pour le calcul des émissions de procédé EAF, Scénario avec Projet

Terme	Matériau	Quantité (t/an)	Teneur C (tC/t)	Source teneur C
CE	Electrodes graphite	3 900	1.00	Table 4.3 IPCC
CI	Charbon injecté	57 000	0.83	Déclaration annuelle
O_b	Ferrailles	1 875 000	0.01	Déclaration annuelle
O_b	Fonte	105 000	0.04	Déclaration annuelle
O_b	HBI	540 000	0.02	Table 4.3 IPCC
O_b	Ferro-alliages	130 000	0.06	Littérature technique
S	Acier produit	2 150 000	0.01	Table 4.3 IPCC

7.2.8. Transport en amont et en aval

Les données relatives au transport dans le cadre du scénario avec projet couvrent l'ensemble des flux logistiques associés à l'exploitation du site de Fos-sur-Mer, à l'approvisionnement en matières premières ainsi qu'à l'expédition des produits finis. Les flux de transport pris en compte sont les suivants :

- Le transport maritime, assurant l'acheminement des matières premières depuis les zones d'approvisionnement jusqu'au port de Fos-sur-Mer, ainsi que l'expédition des produits finis vers les clients ;
- Le transport ferroviaire, assurant le relais depuis le terminal minéralier jusqu'au site de production ;
- Le transport routier par camion, assurant les livraisons et expéditions depuis et vers le site de Fos-sur-Mer.

Les facteurs d'émission retenus pour chacun de ces modes de transport sont issus de la Base Empreinte®. Le détail des distances et des calculs associés est présenté en Annexe 4.

7.2.9. Gestion des déchets

Les données relatives à la gestion des déchets d'exploitation pour le scénario avec projet sont les suivantes. Le site génère annuellement 360 000 tonnes de co-produits procédé, comprenant les laitiers EAF, les réfractaires usés et les battitures. La part valorisée s'élève à 90% du tonnage total, selon les filières suivantes : les réfractaires sont repris par le fournisseur pour refabrication, les battitures sont valorisées en cimenterie, et les laitiers sont valorisés en routes et agriculture.

Les 10% restants, soit 36 000 t/an, seront orientés vers le stockage, dont 15 000 t/an de laitiers vers la future ISDND qui sera créée sur le site et le solde en stockage à l'extérieur du site.

Les facteurs d'émission retenus pour chacun de ces postes sont issus de la Base Empreinte®.

8. Facteurs d'émissions : sources et valeurs

8.1. Base Empreinte®

La quasi-totalité des facteurs d'émissions utilisés dans cette étude provient de la Base Empreinte®.

La Base Empreinte® est la base de données publique officielle de facteurs d'émissions et données d'inventaire nécessaires à la réalisation de comptabilité carbone des organisations et d'affichage environnemental des produits et services de grande consommation. La Base Empreinte® sert également de support au Bilan Produit, outil d'ACV simplifié et de sensibilisation à l'éco-conception, Elle est administrée par l'ADEME.

La Base Empreinte® est une fusion des Base Carbone® et Base IMPACTS®. Cette base unique permet de centraliser les données d'impacts environnementaux de procédés similaires, qu'ils soient employés en monocritère GES (émissions de gaz à effet de serre) ou en multi-critères (consommation d'eau, pollution de l'air, occupation des sols, utilisation de ressources, etc.).

Actuellement, la Base Empreinte® regroupe les données historiques de Base Carbone et Base IMPACTS.

8.2. Base INIES

La base de données INIES est la base de données nationale de référence sur les données environnementales et sanitaires des produits et équipements de la construction. INIES met à disposition des Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) de produits de construction et des Profils Environnementaux Produits (PEP) pour les équipements du bâtiment, fournis par les fabricants ou syndicats professionnels au format de la norme européenne NF EN 15804 et son complément national pour les produits de construction et la norme NF XP C08-100-1 et le PCR ed.3 pour les équipements.

Développée depuis 2004, elle constitue un outil opérationnel et indispensable pour généraliser l'éco-conception des bâtiments.

8.3. Outil SEVE TP

L'outil SEVE TP permet de comparer l'impact environnemental de solutions de construction et d'entretien d'infrastructures dans le domaine de la route, voirie et réseaux divers. L'impact environnemental est évalué sur la base de plusieurs indicateurs : 7 indicateurs quantitatifs calculés systématiquement et 2 indicateurs qualitatifs (optionnels).

L'outil a été développé par les Routes de France et la Fédération Nationale des Travaux Publics.

8.4. EcoInvent

Les bases d'Analyses du Cycle de Vie sont bases de données d'inventaire fournissent des facteurs d'émission de polluants et d'extraction de ressources pour certains produits, matériaux et procédés industriels. La base de données d'inventaire de référence est Ecoinvent, fournissant des données pour des procédés génériques à l'échelle mondiale ou nationale.

8.5. Facteurs d'émissions utilisés

Le tableau suivant montre les facteurs d'émissions utilisés pour le calcul du bilan carbone du projet.

Tableau 9 : Facteurs d'émissions utilisés

Facteurs d'émissions utilisés : Marcegaglia Projet Mistral (Scénario avec et sans projet)				
Nom du facteur d'émission		Valeur	Unité	Source
Construction	Matériaux de construction			
	Béton/(C25/30CEM II)	88,00	kg eq CO2 / t	Base Empreinte®
	Acier ou fer blanc/neuf	2 210,00	kg eq CO2 / t	Base Empreinte®
	Béton armé	155,00	kg eq CO2 / t	Base Empreinte®
	Terrassement	0,76	kg.eq.CO2/m3	SEVE TP
	Déchets du bâtiment/Déchets inertes en mélange (Gravats)/Fin de vie moyenne - Impacts	13,00	kg eq CO2 / t	Base Empreinte®
	Matériaux de fabrication de procédé			
	Acier ou fer blanc/neuf	2 210,00	kg eq CO2 / t	Base Empreinte®
	Energie et ressources du chantier			
	Gazole non routier	3,16	kg eq CO2 / L	Base Empreinte®
	Electricité	0,05	kg.eq.CO2/kWh	Base Empreinte®
	Eau de reseau/Hors infrastructure	0,13	kg.eq.CO2/m3	Base Empreinte®
	Transport des matériaux de construction			
	Rigide/20 à 26 tonnes/Diesel routier, incorporation 7% de biodiesel	0,14	kg eq CO2 / t*km	Base Empreinte®
Exploitation	Consommation d'électricité			
	Electricité	0,03	kg.eq.CO2/kWh	Base Empreinte®
	Consommation de gaz			
	Gaz naturel- 2022/mix moyen/consommation	0,22	kg.eq.CO2/kWh PCS	Base Empreinte®
	Autres combustibles			
	Fioul Lourd/commercial	3,28	kg eq CO2 / L	Base Empreinte®
	Eau			
	Eau de reseau/Hors infrastructure	0,13	kg.eq.CO2/m3	Base Empreinte®
	Traitement des eaux usées/Hors infrastructure	0,26	kg.eq.CO2/m3	Base Empreinte®
	Intrants			
	FLAT/LONG PRODUCT FROM CONTINUOUS CASTING IN STAINLESS STEEL - Marcegaglia Sheffield	2,69	kg eq CO2/kg	EPD
	market for ferromanganese, high-coal, 74.5% Mn	2,89	kg eq CO2/kg	Ecoinvent
	Chaux, France	1 040,00	kg eq CO2/t	Base Empreinte®
	Direct Reduced Iron (DRI) and Hot Briquetted Iron (HBI) - Qatar Steel	1,17	kg eq CO2/kg	EPD
	refractory production, basic, packed	2,66	kg eq CO2/kg	Ecoinvent
	Pig Iron - Metal One Brazil	0,80	kg eq CO2/kg	EPD
	market for hard coal,France	0,36	kg eq CO2/kg	Ecoinvent
	Production d'acier en chine			
	steel production, low-alloyed, hot rolled, Rest of the world	2,30	kg eq CO2/kg	Ecoinvent
	Déchets			
	DIS/Stockage - Impacts	128,00	kg eq CO2/t	Base Empreinte®
	Transport			
	Rigide/20 à 26 tonnes/Diesel routier, incorporation 7% de biodiesel	0,14	kg eq CO2/t.km	Base Empreinte®
	Train de marchandises	0,02	kg eq CO2/t.km	Base Empreinte®
	Bateau automoteur/> 3 000 TPL	0,01	kg eq CO2/t.km	Base Empreinte®

9. Résultats

9.1. Emissions de GES par phases des scénarios

9.1.1. Phase Construction

La phase de construction génère **927 930.29 t eq CO₂** pour le scénario avec projet. Le scénario sans projet ne comporte pas de phase de construction, celui-ci correspondant au maintien du fonctionnement actuel du site de Fos-sur-Mer sans travaux d'extension ni de modification du procédé.

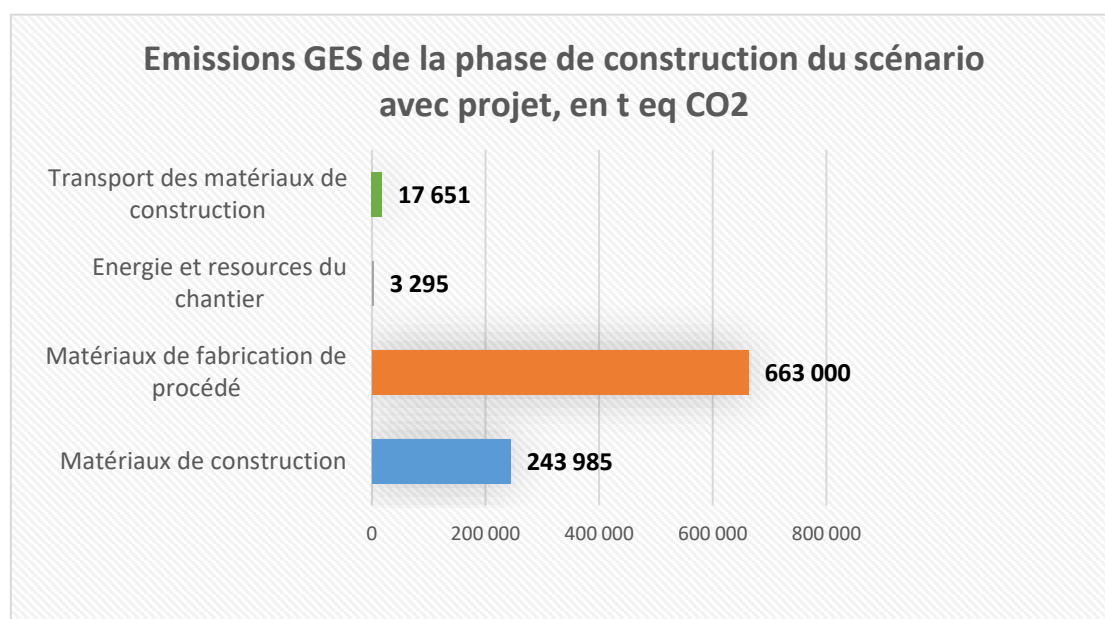


Figure 7 : Emissions de GES de la phase construction du scénario avec projet

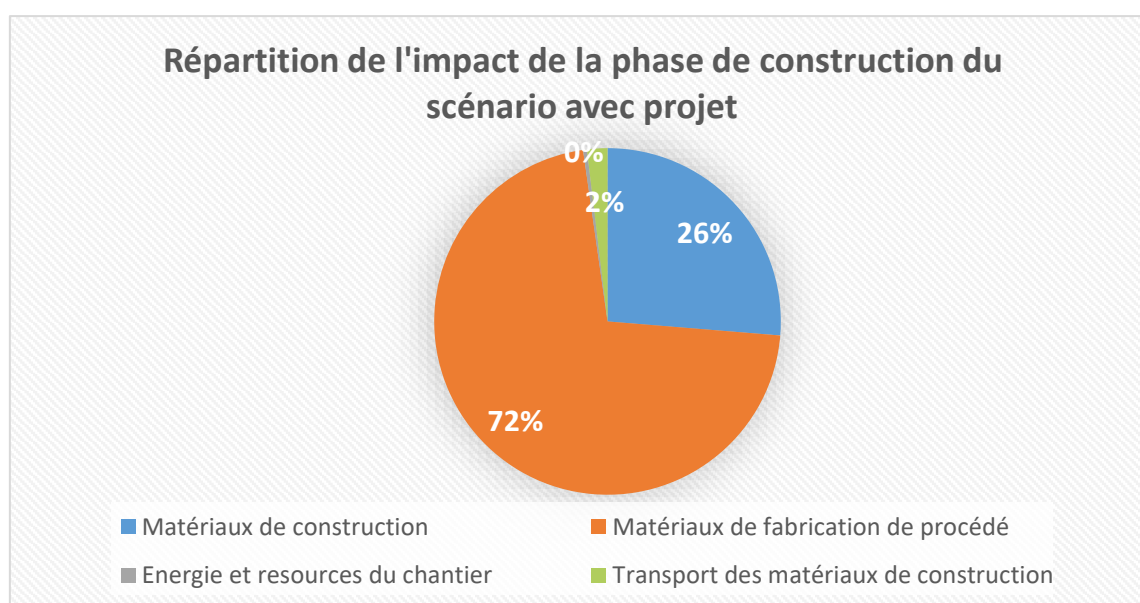


Figure 8 : Détail de l'impact de la construction du scénario avec projet

9.1.2. Phase Exploitation

La phase exploitation du scénario sans projet représente **273 Mt eq CO₂**, alors que celle du scénario avec projet **167 Mt eq CO₂**. Sur cette phase, le scénario avec projet émet 38.6% de moins de GES par rapport au scénario sans projet.

Les figures suivantes présentent la répartition des postes d'émissions des phases d'exploitation, pour les deux scénarios.

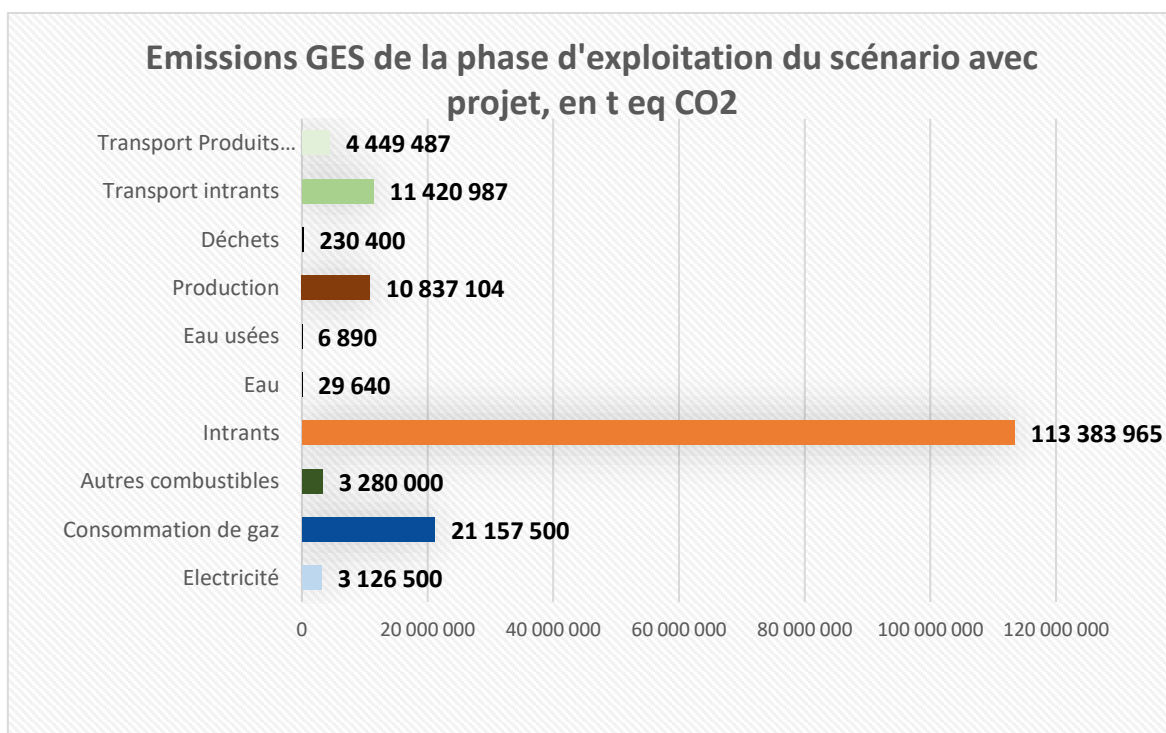
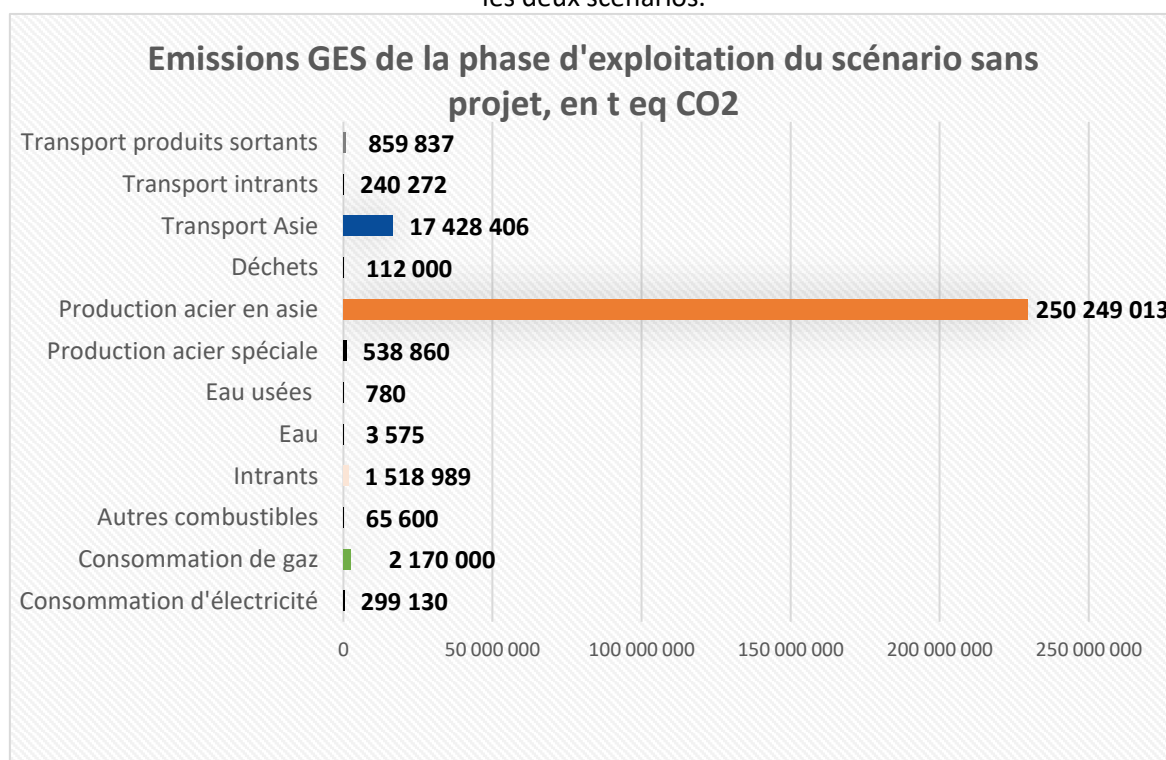


Figure 9 : Emissions de GES de la phase exploitation du scénario avec et sans projet

Pour le scénario sans projet, les émissions sont très largement dominées par la production d'acier en Asie et son transport associé, qui représentent à eux deux **97.9%** des émissions totales de la phase exploitation, soit respectivement 91.5% pour la production et 6.4% pour le transport. Ce résultat s'explique par le volume considérable d'acier importé, soit 2.18 Mt/an, produit via la filière hauts fourneaux dont l'intensité carbone est particulièrement élevée. La consommation de gaz naturel présente une contribution marginale de 0.8%. L'ensemble des autres postes intrants, consommation d'énergie, transport des produits sortants, eau et déchets contribue de manière négligeable, avec des parts inférieures à 0.5% chacun.

La figure suivante présente la répartition de l'impact. Sur cette figure, tous les postes inférieurs à 0.5% sont en noir et l'affichage de leur pourcentage a été supprimé afin de ne pas surcharger la lecture.

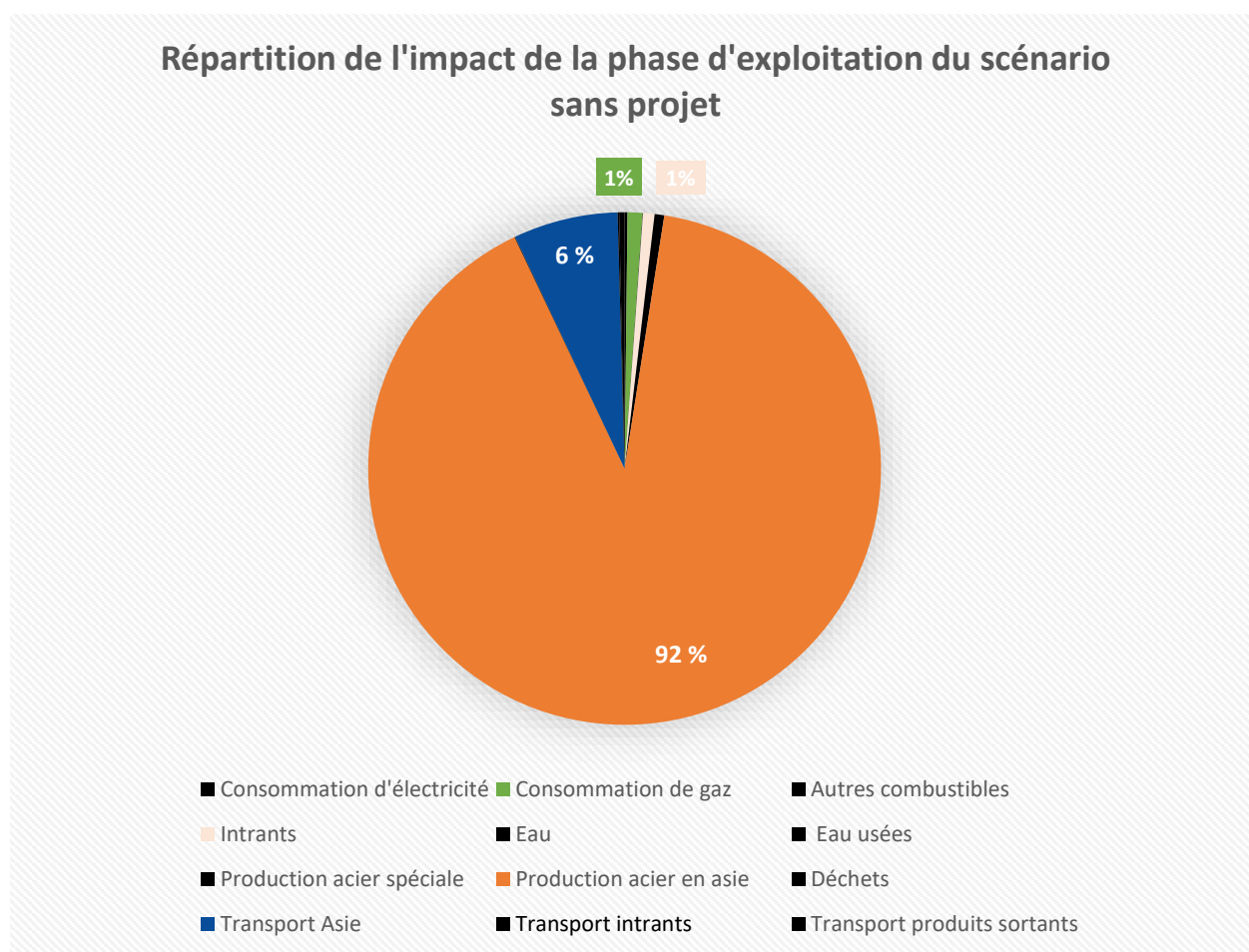


Figure 10 : Détails de l'impact de l'exploitation de scénario sans projet

Pour le scénario avec projet, la structure des émissions est profondément différente. Les intrants constituent le poste dominant avec 67.5% des émissions totales, reflétant l'importance des matières premières mobilisées pour produire 2.15 Mt d'acier par an. La consommation de gaz naturel représente le second poste avec 12.6%, suivie de la production d'acier avec 6.5% et du transport des intrants avec 6.8%. Le transport des produits sortants contribue à hauteur de 2.7%, tandis que la consommation d'électricité et les autres combustibles représentent respectivement 1.9% et 2.0%. Les autres postes ; consommation d'eau, déchets et traitement des eaux usées ; présentent des contributions négligeables inférieures à 0.5% chacun.

Sur la figure suivante, tous les postes inférieurs à 0.5% sont représentés en noir et l'affichage de leur pourcentage a été supprimé afin de ne pas surcharger la lecture.

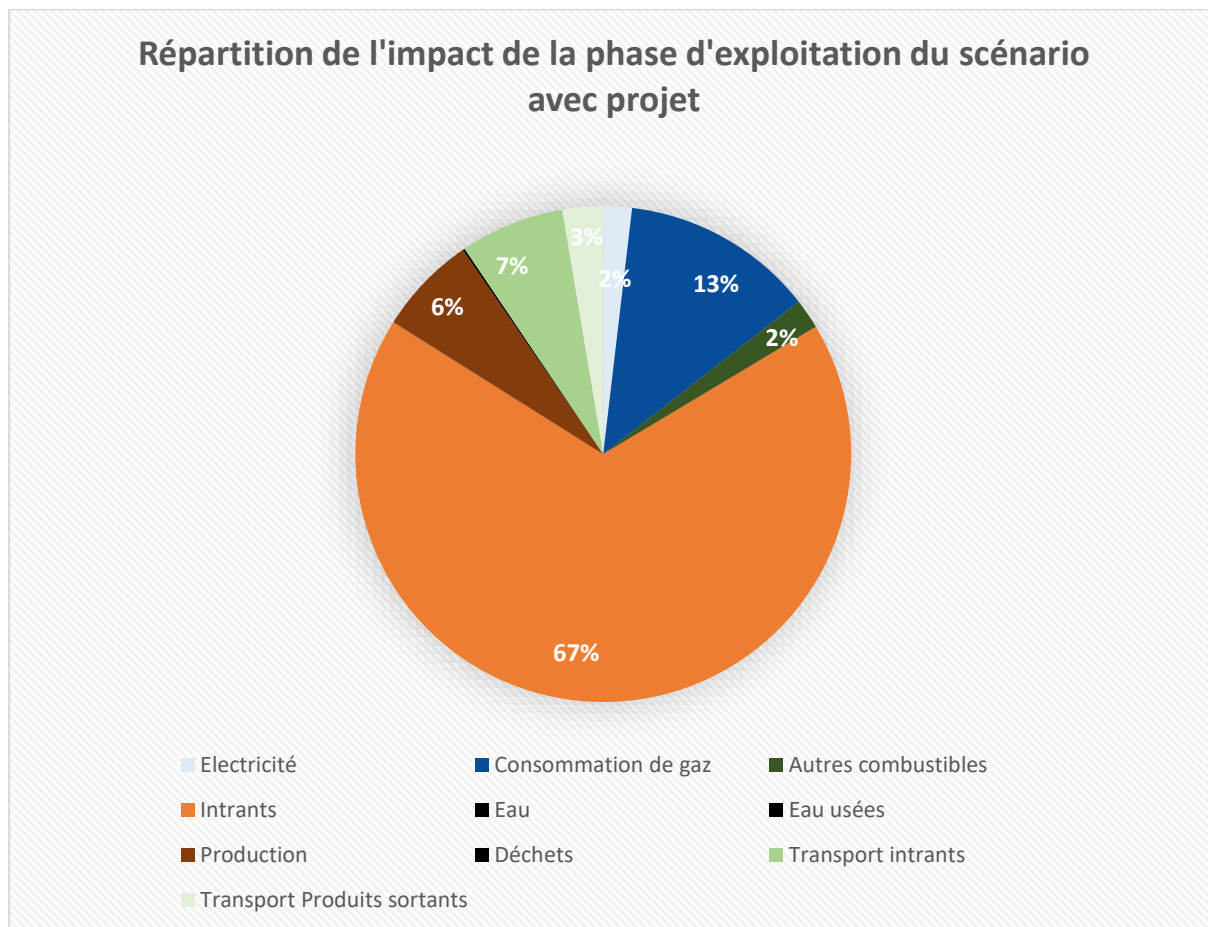


Figure 11 : Détails de l'impact de l'exploitation des scénarios sans et avec projet

9.2. Emissions globales des scénarios

Les figures suivantes représentent les émissions globales des scénarios sans et avec projet.

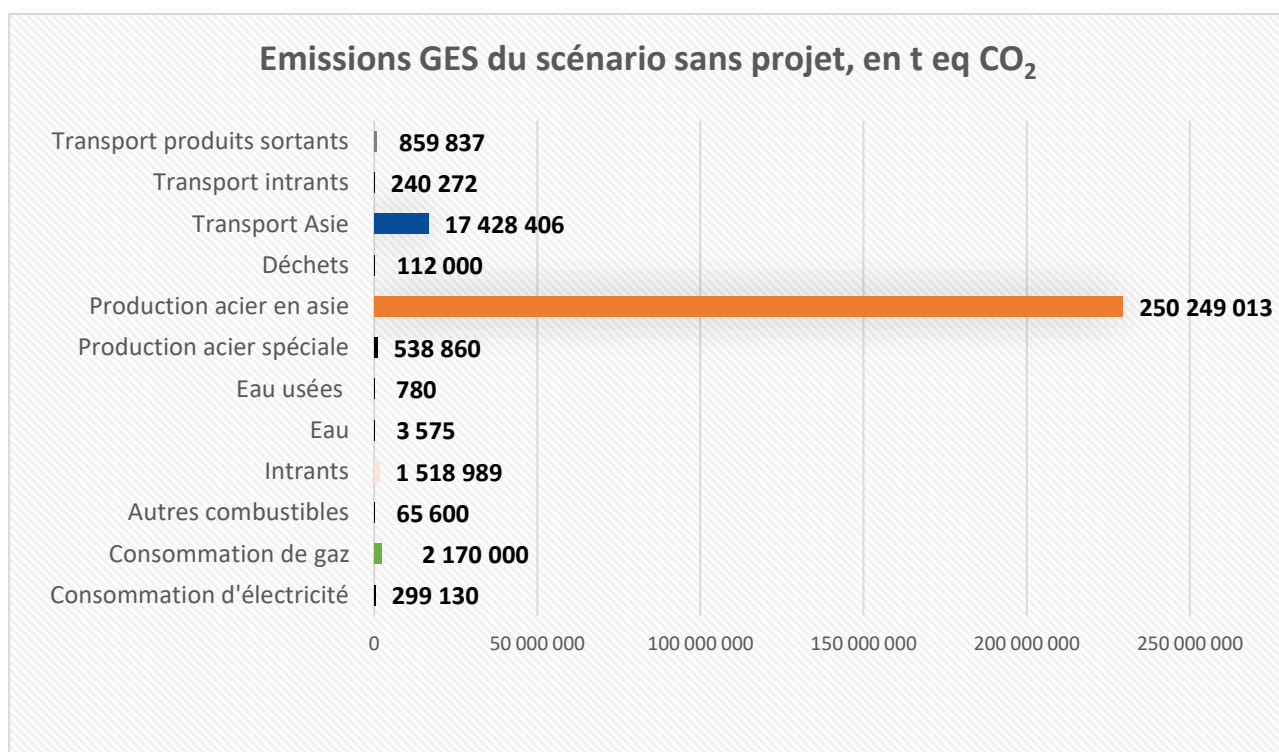
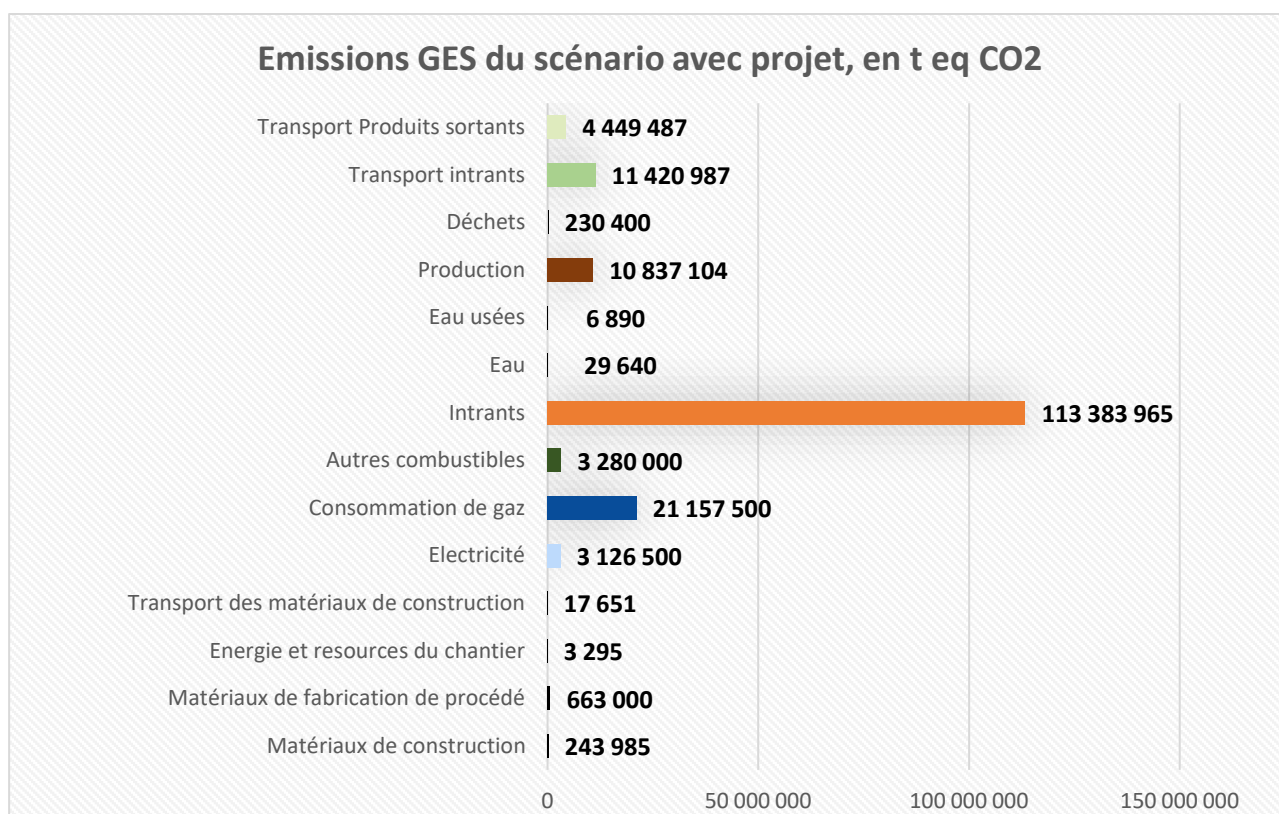


Figure 12 : Emissions globales de GES des scénarios avec et sans projet

Sur l'entièreté de son cycle de vie (soit 50 ans), le scénario sans projet émet un total de 273 486 465 t eq CO₂, alors que le scénario avec projet émet 168 850 404 t eq CO₂.

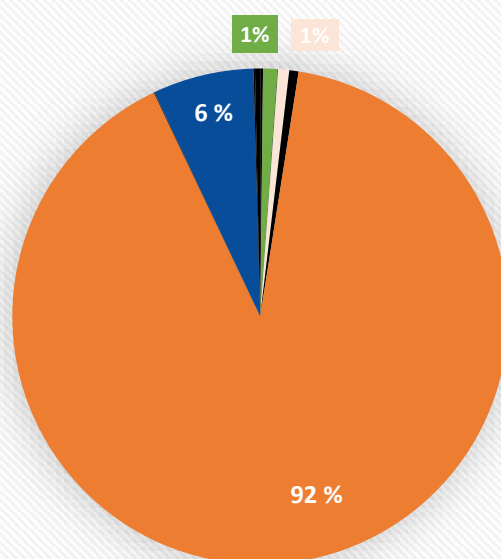
Les postes les plus émetteurs de GES diffèrent significativement entre les deux scénarios, reflétant la transformation profonde du modèle d'approvisionnement induite par le projet Mistral.

Pour le scénario sans projet, les émissions sont concentrées sur deux postes majeurs : la production d'acier en Asie représente **91.5%** des émissions globales, et son transport associé **6.4%**. À eux deux, ces postes représentent **97.9%** des émissions totales du scénario sans projet. L'ensemble des autres postes, consommation d'énergie, intrants, production d'acier spéciale, transport des produits sortants, contribue de manière marginale avec des parts inférieures à **1%** chacun.

Pour le scénario avec projet, la structure des émissions est radicalement différente. Les intrants constituent le poste dominant avec **67.2%** des émissions globales, suivis de la consommation de gaz naturel avec **12.5%** et du transport **9.4%**. Le transport des intrants et des produits sortants représente respectivement **6.8%** et **2.6%**. La consommation d'électricité et les autres combustibles contribuent chacun à hauteur de **1.9%**. La phase de construction et les autres postes présentent des contributions marginales inférieures à 1% chacun.

Tous les autres postes sont très peu émetteurs par rapport à la globalité des émissions de GES des deux scénarios. Sur les figures suivantes, tous les postes inférieurs à 0.5%, sont représentés en noir et l'affichage de leur pourcentage a été supprimé afin de ne pas surcharger la lecture.

Répartition de l'impact global du scénario sans projet



- | | | |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| ■ Consommation d'électricité | ■ Consommation de gaz | ■ Autres combustibles |
| ■ Intrants | ■ Eau | ■ Eau usées |
| ■ Production acier spéciale | ■ Production acier en Asie | ■ Déchets |
| ■ Transport Asie | ■ Transport intrants | ■ Transport produits sortants |

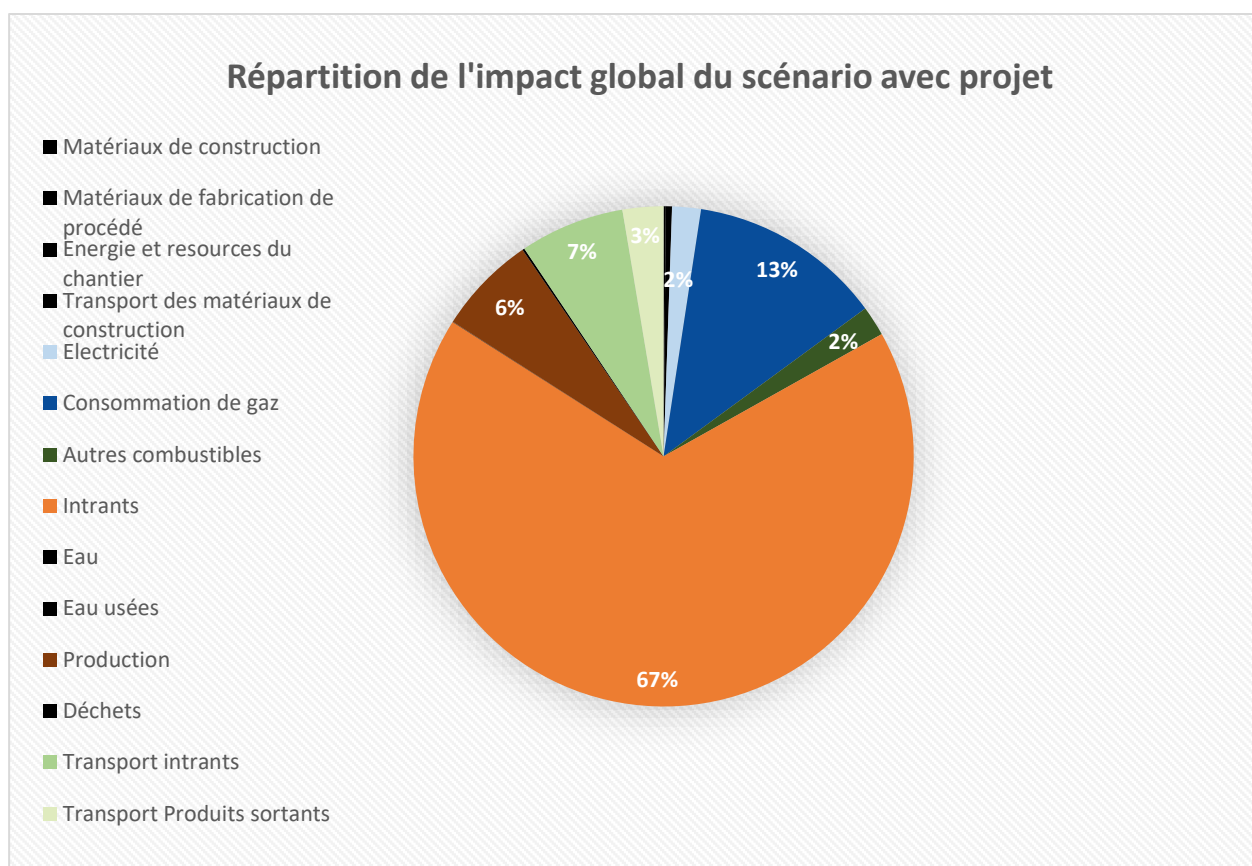


Figure 13 : Détail de l'impact global des scénarios sans et avec projet

9.3. Emissions de GES par postes d'émissions réglementaires du scénario avec projet

Le tableau suivant présente une répartition des émissions liées au scénario avec projet par postes d'émissions selon la méthode réglementaire Bilan Carbone®.

Scénario Avec Projet (SAP) : Projet Mistral - Résultats GES par postes d'émissions réglementaires						
Catégories d'émissions	Numéros	Postes d'émissions	Phase Construction (t eq CO2)	Phase Exploitation (t eq CO2)	Phase Fin de vie (t eq CO2)	Total (t eq CO2)
1. Emissions directes de combustion	1.1	Emissions directes des sources fixes de combustion		24 437 500,00		24 437 500,00
	1.2	Emissions directes des sources mobiles à moteur thermique	3 160,00			
	1.3	Emissions directes des procédés hors énergie		10 837 104,40		10 837 104,40
	1.4	Emissions directes fugitives				-
2. Emissions indirectes associées à l'énergie	2.1	Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	5,19	3 126 500,00		3 126 505,19
3. Emissions indirectes associées au transport	3.1	Transport de marchandise amont	17 650,52	11 420 986,74		11 438 637,26
	3.2	Transport de marchandise aval		4 449 487,45		4 449 487,45
4. Emissions indirectes associées aux produits achetés	4.1	Achats de biens	900 614,58	113 413 605,20		114 314 219,78
	4.3	Gestion des déchets	6 500,00	237 290,00		243 790,00
TOTAL (t eq CO2)			927 930,29	167 922 473,79		168 850 404,09

Tableau 10 : Impact des postes d'émissions réglementaires pour le scénario avec projet

Pour la phase de construction, les émissions sont portées par deux postes principaux. Le poste 4.1 Achats de biens, concentre l'essentiel des émissions avec 900 614.58 t eq CO₂, reflétant le poids des matériaux de construction et des équipements de procédé, dont l'acier constitue la part majoritaire. Le poste 4.3 Gestion des déchets, présente une contribution marginale de 6 500 t eq CO₂.

Pour la phase d'exploitation, le poste 4.1 Achats de biens, est de loin le plus contributeur avec 114 314 219 t eq CO₂, soit 67.5% des émissions de la phase exploitation, traduisant l'importance des matières premières mobilisées pour la production de 2.15 Mt d'acier par an. Le poste 1.1 Sources fixes de combustion, représente le second contributeur avec 24 437 500 t eq CO₂ soit 14.6%, reflétant la consommation de gaz naturel du site. Le poste 1.3 Procédés hors énergie, constitue le troisième contributeur avec 10 837 104 t eq CO₂ soit 6.5%, correspondant aux émissions chimiques inhérentes au procédé EAF. Les postes de transport 3.1 et 3.2 contribuent respectivement à hauteur de 6.8% et 2.6%. Le poste 2.1 Consommation d'électricité, représente 1.9% des émissions. Les autres postes présentent des contributions négligeables inférieures à 0.5%.

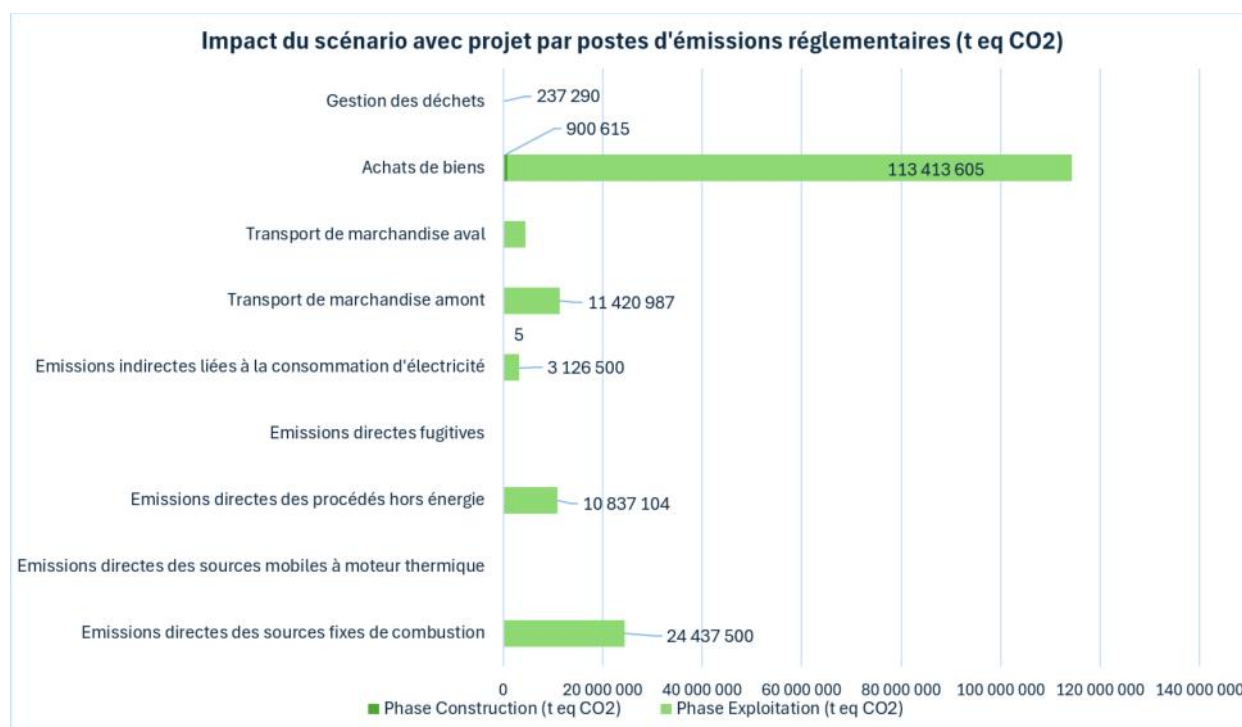


Figure 14 : Impact du scénario avec projet par postes d'émissions réglementaires

9.4. Impact du projet

L'impact du projet Mistral se calcule en faisant la différence entre les émissions cumulées de GES du scénario avec projet et les émissions cumulées de GES du scénario sans projet

Le scénario sans projet représente **273 486 465 t eq CO₂ sur 50 ans** tandis que les émissions du scénario avec projet s'élèvent à **168 850 404 t eq CO₂**.

Le bilan indique un impact positif pour le projet avec une réduction des émissions de GES de **104 636 061 t eq CO₂**, soit **2 092 721 t eq CO₂ annuel**. Cette réduction, de l'ordre de 38.3%, s'explique principalement par la substitution de la production d'acier en Asie via la filière hauts fourneaux,

particulièrement carbonée, par une production locale via la filière électrique, dont l'intensité carbone est significativement plus faible.

Afin de contextualiser ces résultats au regard des volumes d'acier produits, un ratio d'émissions par tonne d'acier a été calculé pour les deux scénarios, en considérant d'une part les émissions globales et d'autre part les émissions de la phase d'exploitation uniquement. Pour le scénario sans projet, la production totale sur 50 ans s'élève à 115 000 000 t d'acier, intégrant les 120 000 t/an produites sur le site de Fos-sur-Mer et les 2 180 000 t/an importées depuis l'Asie. Pour le scénario avec projet, la production totale sur 50 ans s'élève à 107 500 000 t d'acier, correspondant aux 2 150 000 t/an produites en régime nominal sur le site de Fos-sur-Mer.

Tableau 11 Ratios d'émissions de GES par tonne d'acier produite, Comparaison SSP/SAP

	Scénario sans projet	Scénario avec projet
Ratio global (t eq CO ₂ / t acier)	2.38	1.57
Ratio exploitation (t eq CO ₂ / t acier)	2.38	1.56

Ces ratios confirment l'impact positif du projet Mistral à l'échelle de la tonne d'acier produite, le scénario avec projet émet 34% de moins par tonne d'acier que le scénario sans projet, témoignant de la performance environnementale de la filière électrique locale par rapport à la filière hauts fourneaux asiatique.

Rappelons également que ces estimations prennent en compte les émissions directes et indirectes, en particulier les émissions liées aux intrants et aux transports, qui constituent la source principale d'émissions de GES des deux scénarios et sur lesquelles des actions d'optimisation pourront être envisagées dans le cadre de la stratégie de décarbonation du groupe Marcegaglia.

9.5. Incertitudes

Les incertitudes sont inhérentes à la méthodologie Bilan Carbone® et leurs principales sources doivent être présentées.

Les sources d'incertitudes les plus fortes proviennent principalement du scénario avec projet. En effet, les données utilisées étant estimées en amont de la réalisation du projet et non mesurées directement, elles sont plus grande source d'incertitudes.

Pour la phase de construction du scénario avec projet, la quantification des matériaux nécessaires repose sur des estimations de tonnages ; béton, acier, remblais, équipements de procédé, qui ne seront peut-être pas exactement ceux mis en œuvre sur chantier. De plus, l'hypothèse retenue concernant la composition majoritairement en acier des équipements de procédé constitue une simplification conservatrice. L'acheminement des matériaux jusqu'au chantier a été modélisé sur la base d'une hypothèse d'approvisionnement local dans un rayon de 50 km, qui pourra différer de la réalité.

Pour la phase d'exploitation du scénario avec projet, une grande majorité des données physiques utilisées sont estimées à partir d'hypothèses de fonctionnement ; consommations d'énergie, intrants, production de déchets. Certains postes d'émissions représentent une majorité de l'impact, dont les intrants. Cela signifie que les choix des facteurs d'émissions associés à chaque intrants ont un impact direct sur les résultats des émissions de GES. Les facteurs choisis dans cette étude sont les plus cohérents avec le projet parmi les bases de données existantes.

Si des futurs facteurs venaient à être développés et à être encore plus adaptés au projet, l'estimation des émissions de GES pourraient être différente.

Les différents calculs d'émissions de GES sont principalement basés sur des facteurs d'émission issus de la Base Empreinte®, d'Ecoinvent et de l'outil SEVE TP. A ces données est associée une incertitude moyenne de 30%.

Le détail des incertitudes des scénarios sans projet et avec projet est présenté en annexe 5. Il montre que :

L'incertitude moyenne du scénario sans projet est de 27.5 % ;

L'incertitude moyenne du scénario avec projet est de 11.6 %.

10. Mesures « Eviter, Réduire, Compenser »

D'après le guide de prise en compte des émissions de GES dans les études d'impact, la séquence éviter réduire compenser (ERC) vise à concevoir des projets de moindre impact environnemental. Elle s'applique à toutes les composantes du projet : de la phase de travaux à la phase d'exploitation.

Comme mentionné précédemment, le poste le plus émetteur du bilan est celui des achats de biens et matières premières, représentant 68.4% des émissions du scénario avec projet. Marcegaglia dispose ici d'une réelle capacité d'action sur ce poste dominant, notamment à travers l'optimisation de ses approvisionnements et la décarbonation progressive de ses matières premières. Les leviers d'action portent également sur la consommation énergétique, le transport des marchandises et la gestion des déchets d'exploitation.

Mesures d'évitement

Les mesures d'évitement mises en place dans le cadre du projet Mistral portent sur la gestion optimisée des co-produits d'exploitation. La valorisation de 90% des laitiers EAF, réfractaires et battitures générées annuellement permet d'éviter leur mise en décharge, selon les filières suivantes :

- Les réfractaires sont repris par le fournisseur pour refabrication
- Les battitures sont valorisées en cimenterie
- Les laitiers sont valorisés en routes et agriculture

D'une autre part, le déploiement d'installations photovoltaïques sur le site permet de produire une partie de l'électricité consommée à partir d'énergie renouvelable, compensant l'émission de **103.8 t eq CO₂**.

Mesures de réduction

Les mesures de réduction mises en place dans le cadre du projet Mistral portent principalement sur le poste des intrants et matières premières, qui constitue le poste dominant avec 68.1% des émissions du scénario avec projet. Sur ce poste, le projet intègre déjà plusieurs actions concrètes de réduction :

- La charge du four électrique privilégie une proportion maximale de ferrailles, incluant les chutes internes générées sur site, dont l'empreinte carbone est significativement plus faible que celle des autres matières premières
- Un approvisionnement progressif en HBI bas carbone produit par GravitHy, dont le procédé de réduction directe à l'hydrogène vert permet de s'affranchir du charbon utilisé dans les filières conventionnelles, réduisant ainsi significativement l'empreinte carbone de ce flux d'intrants

Sur le poste transport, qui représente 9.45% des émissions du scénario avec projet, le projet prévoit également :

- Le développement de liaisons maritimes et ferroviaires dédiées pour l'acheminement des matières premières et des produits finis depuis le port du terminal HES jusqu'au site, substituant ainsi une très grande partie du transport routier par un mode moins carboné
- L'optimisation des rotations maritimes par la consolidation des flux d'approvisionnement afin de réduire le nombre de rotations et d'améliorer le taux de remplissage des navires

Mesures de compensation

Les mesures de compensation identifiées dans le cadre du projet Mistral principalement sur l'aménagement du site qui pourra intégrer des espaces de terre végétale et des zones vertes permettant la séquestration de carbone. Ces aménagements constituent un levier de compensation supplémentaire dont le potentiel d'absorption n'a pas pu être modélisé à ce stade de l'étude, faute de données suffisamment précises sur les surfaces et les essences végétales envisagées. Ces éléments pourront faire l'objet d'une quantification ultérieure lorsque les données seront disponibles.

11. Conclusion

La présente étude correspond au bilan des émissions de GES, conduit conformément à la méthodologie publiée par le Ministère de la transition écologique le 21 février 2022 dont l'objectif est d'évaluer l'incidence des projets sur les émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact.

Cette étude intègre la phase de construction et la phase d'exploitation du projet Mistral, pour une durée de référence de 50 ans. Les deux scénarios étudiés sont les suivants :

- Scénario sans projet : maintien du fonctionnement actuel du site de Fos-sur-Mer avec une production de 120 kt d'acier spécial par an, et poursuite de l'approvisionnement de l'usine italienne du groupe par importation d'environ 2.18 Mt d'acier produit en Asie
- Scénario avec projet : réalisation du projet Mistral avec une production projetée de 2.15 Mt d'acier par an sur le site de Fos-sur-Mer, se substituant à l'importation d'acier depuis l'Asie

Le bilan des émissions de GES réalisé montre que le scénario sans projet représente 273 486 465 t eq CO₂ sur 50 ans, tandis que les émissions du scénario avec projet s'élèvent à 168 850 404 t eq CO₂. Le bilan indique un impact positif pour le projet avec une réduction des émissions de GES de 104 636 061 t eq CO₂, soit 2 092 721 t eq CO₂ annuel, représentant une réduction de 38.3%.

Rapporté à la tonne d'acier produite, le scénario avec projet émet 1.56 t eq CO₂ par tonne d'acier contre 2.38 t eq CO₂ pour le scénario sans projet, soit une performance environnementale supérieure de 34.5% par tonne d'acier produite.

Rappelons que ces estimations prennent en compte les émissions directes et indirectes, en particulier les émissions liées aux intrants et matières premières qui représentent la source principale d'émissions de GES du scénario avec projet, et sur lesquelles Marcegaglia dispose de leviers d'action concrets à travers l'optimisation de ses approvisionnements et la décarbonation progressive de ses matières premières.

Les postes les plus émetteurs du scénario avec projet sont les achats de biens et matières premières (67.2%), la consommation de gaz naturel (12.5%), le transport (9.4%) et les émissions directes de procédé (6.4%). Des mesures de réduction sont d'ores et déjà intégrées au projet, notamment la maximisation de la proportion de ferrailles dans la charge du four, l'approvisionnement progressif en HBI bas carbone via GravitHy et l'optimisation logistique des transports. Des mesures d'évitement sont également prévues, avec le déploiement d'installations photovoltaïques permettant d'éviter l'émission de 103,8 t eq CO₂, ainsi que l'intégration d'espaces végétalisés dont le potentiel de séquestration carbone fera l'objet d'une quantification ultérieure.



ANNEXES

- Annexe I : Arbre de décision IPCC 2019, production fer et acier
- Annexe II : IPCC 2019, Teneurs en carbone
- Annexe III : Hypothèses et calculs de transport, Scénario sans projet
- Annexe IV : Hypothèses et calculs de transport, Scénario avec projet
- Annexe V : Détails de l'impact CO₂ et des incertitudes des postes principaux d'émissions du scénario avec et sans projet

Annexe I : Arbre de décision IPCC 2019, production fer et acier

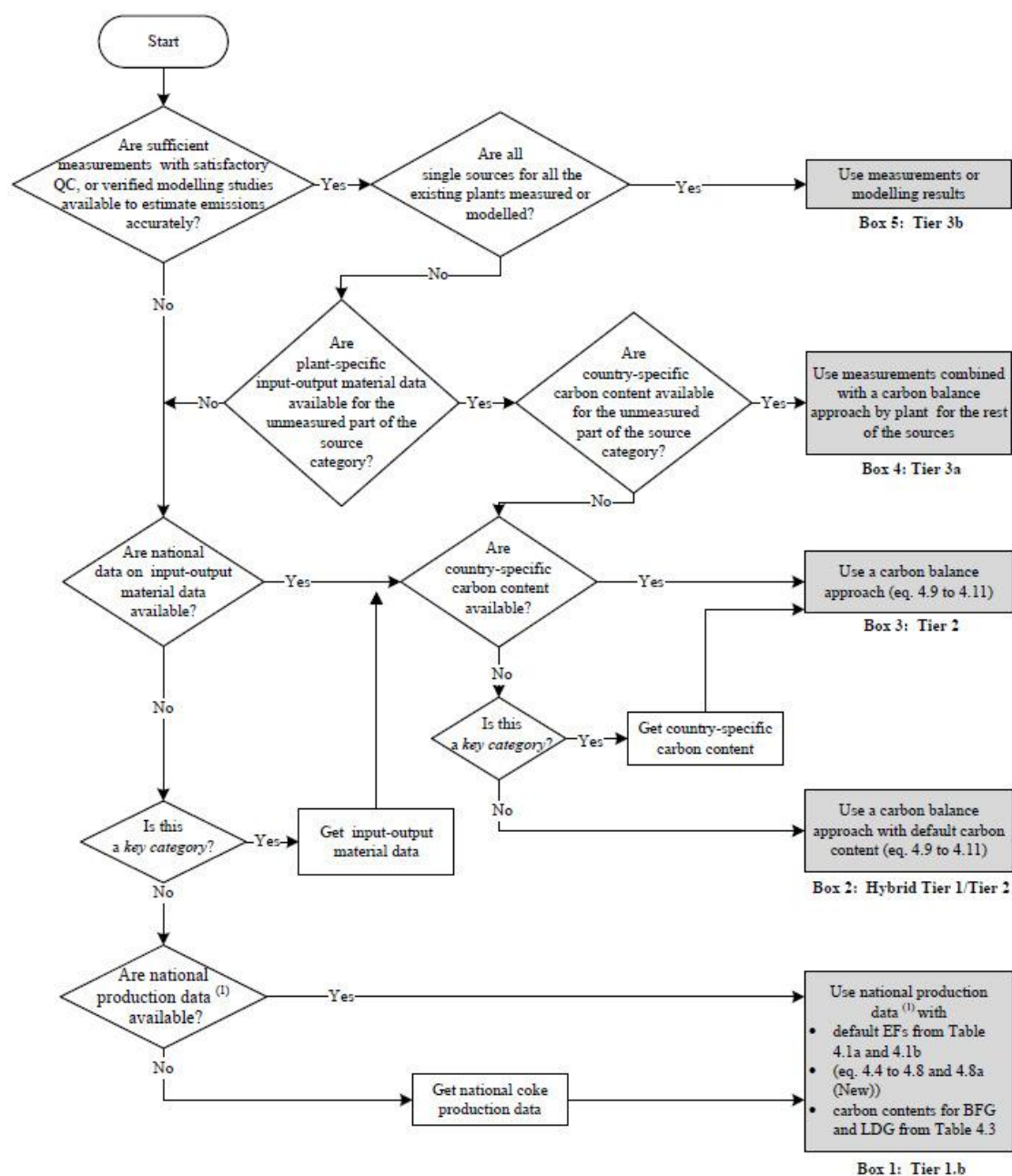


Figure 15 Arbre de décision pour l'estimation des émissions de CO₂ issues de la production de fer et d'acier

Annexe II : IPCC 2019, Teneurs en carbone

Tableau 12 Teneurs en carbone des matériaux de procédé, IPCC 2019

Process Materials	Carbon Content
Blast Furnace Gas	0.17
Charcoal*	0.91
BF injection coal	0.806
Steam coal (combustion coal)	0.671
Coal Tar	0.62
Coke	0.83
Coke Oven Gas	0.47
Coking Coal	0.73
Direct Reduced Iron (DRI, Gas-based)	0.020
Direct Reduced Iron (DRI, Coal-based)	0.020
Dolomite/Crude dolomite	0.13
EAF Carbon Electrodes ¹	1.00
EAF coal	0.89
Heavy oil	0.793
Light oil	0.709
Kerosene	0.858
LPG	0.814
Hot Briquetted Iron ²	0.02
Limestone	0.121
Natural Gas	0.73
Oxygen Steel Furnace Gas or Converter gas	0.35
Petroleum Coke ²	0.87
Purchased Pig Iron	0.047
Scrap Iron ²	0.04
Steel Scrap and Steel ²	0.01
Note: 1 Assuming 80 percent petroleum coke and 20 percent coal tar 2 Source: ISO14404-1 & ISO14404-2 with conversion from CO₂ to C (multiplied by 12,011/44,01 as World Steel Association calculates in the table 4). * The amount of CO₂ emissions from charcoal can be calculated by using this carbon content value, but it should be reported as zero in national greenhouse gas inventories. (See Section 1.2 of Volume 1)	

Annexe III : Hypothèses et calculs de transport, Scénario sans projet

Tableau 13 Transport des intrants, Scénario sans projet

Scénario sans projet : Transport des intrants						
Matériaux / Produits	Pays origine	Pays destination	Quantité (T/an)	Distance par camion (km)	Distance par train (km)	Distance par bateau (km)
Ferrailles camions	France (sud)	France (Fos-sur-Mer)	150 000	120		
Ferroalliages	France (Centre / Centre est)	France (Fos-sur-Mer)	4 700	300		
Chaux (Chaux + dolomite)	France (Centre / Centre est)	France (Fos-sur-Mer)	6 060	500		
Chaux (Chaux + dolomite)	Italie (Rome)	France (Fos-sur-Mer)	2 180	100	650	
Chutes internes	France (Interne)	France (Fos-sur-Mer)	64 000			
Réfractaires	Chine (Quingdao)	France (Fos-sur-Mer)	249	200		16 650
Réfractaires	Autriche (leoben)	France (Fos-sur-Mer)	107	100	1 000	
Réfractaires	France (Centre)	France (Fos-sur-Mer)	36	500		
Electrodes	Autriche (steeg)	France (Fos-sur-Mer)	183	930		
Electrodes	Espagne (Nord)	France (Fos-sur-Mer)	183	1 000		
Electrodes	Italie (Nord)	France (Fos-sur-Mer)	183	585		
Fonte	France (sud)	France (Fos-sur-Mer)	368	13		
Fonte	Brésil	France (Fos-sur-Mer)	7 364	100	4	10 000
Charbon	France (Nord)	France (Fos-sur-Mer)	2 700	976		

Tableau 14 Transport des produits sortants, Scénario sans projet

Scénario sans projet : Transport des produits sortants						
Matériaux / Produits	Pays origine	Pays destination	Quantité (T/an)	Distance par camion (km)	Distance par train (km)	Distance par bateau (km)
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Norvège	5 200	1 301		1 221
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Thaïlande	400	10		7 491
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	France	4 800	172	900	
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	France	32 000	650		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Italie	13 600	485		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Allemagne	40 000	1 200		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Pologne	5 600	1 800		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Republique tchèque	1 600	1 500		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Slovaquie	6 400	1 600		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Roumanie	6 400	2 100		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Espagne	4 000	750		

Tableau 15 Transport de l'acier importé depuis l'Asie, Scénario sans projet

Scénario sans projet : Transport d'approvisionnement de Marcegaglia depuis l'Asie						
Matériaux / Produits	Pays origine	Pays destination	Quantité (T/an)	Distance par camion (km)	Distance par train (km)	Distance par bateau (km)
Coils carbone filière HF	Malaisie (Port Klang - Selangor)	Italie (Ravenne)	777 000	100	500	11 723
Coils carbone filière HF	Vietnam (Cái Mép - Thị Vải)	Italie (Ravenne)	753 000	100	500	14 535
Brames filière HF	Chine (Caofeidian)	Italie (San Giorgio)	100 000		10	5 016
Brames filière HF	Vietnam (Sơn Dương - Vũng Áng)	Italie (San Giorgio)	100 000		10	4 188
Brames filière HF	Indonésie (Cigading)	Italie (San Giorgio)	100 000		50	11 502
Coils inox filière HF	Italie (Centre)	Italie (Gazoldo)	210 000	60		
Coils inox filière HF	Chine (Shanghai)	Italie (Gazoldo)	140 000		100	4 732

Annexe IV : Hypothèses et calculs de transport, Scénario avec projet

Tableau 16 Transport des intrants, Scénario avec projet

Scénario Avec Projet : Transport des intrants						
Matériaux / Produits	Pays origine	Pays destination	Quantité (T/an)	Distance par camion (km)	Distance par train (km)	Distance par bateau (km)
Brames inox	Royaume Unis (Sheffield / Liverpool)	France (Fos-sur-Mer)	362 000	100	4	1 221
Ferrailles Bateau	Royaume Unis (Immingham / Liverpool)	France (Fos-sur-Mer)	700 000	100	4	3 900
Ferrailles Bateau	Hollande (Rotterdam)	France (Fos-sur-Mer)	700 000	100	4	3 800
Ferrailles Barges	France (Région lyonnaise)	France (Fos-sur-Mer)	45 000	100	4	300
Ferrailles train	France (Région lyonnaise)	France (Fos-sur-Mer)	240 000	100	300	
Ferrailles camions	France (sud)	France (Fos-sur-Mer)	120 000	120		
Ferroalliages	France (Centre / Centre est)	France (Fos-sur-Mer)	130 000	300		
Chaux (Chaux + dolomite)	France (Centre / Centre est)	France (Fos-sur-Mer)	100 000	500		
Chaux (Chaux + dolomite)	Italie (Rome)	France (Fos-sur-Mer)	36 000	100	650	
Chutes internes	France (Interne)	France (Fos-sur-Mer)	70 000			
HBI	Brésil (Vitoria)	France (Fos-sur-Mer)	220 000	100		8 540
HBI	Qatar (Doha)	France (Fos-sur-Mer)	220 000	50		8 500
HBI	Afrique du Sud (Cape Town)	France (Fos-sur-Mer)	100 000	100		10 705
Réfractaires	Chine (Qingdao)	France (Fos-sur-Mer)	35 000	200		16 650
Réfractaires	Autriche (leoben)	France (Fos-sur-Mer)	15 000	100	1 000	
Réfractaires	France (Centre)	France (Fos-sur-Mer)	5 000	500		
Electrodes	Autriche (steeg)	France (Fos-sur-Mer)	1 300	930		
Electrodes	Espagne (Nord)	France (Fos-sur-Mer)	1 300	1 000		
Electrodes	Italie (Nord)	France (Fos-sur-Mer)	1 300	585		
Fonte	France (sud)	France (Fos-sur-Mer)	5 000	13		
Fonte	Brésil	France (Fos-sur-Mer)	100 000	100	4	10 000
Charbon	France (Nord)	France (Fos-sur-Mer)	40 000	976		
Charbon	Allemagne (Ouest)	France (Fos-sur-Mer)	10 000	934		
Charbon	Italie (Nord)	France (Fos-sur-Mer)	7 000	584		

Tableau 17 Transport des produits sortants, Scénario avec projet

Scénario Avec Projet : Transport des produits sortants						
Matériaux / Produits	Pays origine	Pays destination	Quantité (T/an)	Distance par camion (km)	Distance par train (km)	Distance par bateau (km)
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Norvège	6 500	1 301		1 221
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Thaïlande	500	10		7 491
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	France	6 000	172	900	
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Italie	40 000	650		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Allemagne	17 000	485		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Pologne	50 000	1 200		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Republique tchèque	7 000	1 800		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Republique tchèque	2 000	1 500		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Slovaquie	8 000	1 600		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Roumanie	8 000	2 100		
Aciers spéciaux	France (Fos-sur-Mer)	Espagne	5 000	750		
		Total	150 000			
Coils carbone	France (Fos-sur-Mer)	Italie (Ravenne)	1 530 000		4	2 170
Brame carbone	France (Fos-sur-Mer)	Italie (San Giorgio)	300 000		55	2 235
Coils inox	France (Fos-sur-Mer)	Italie (Gazoldo)	350 000	30	155	2 170
		Total	2 180 000			

Annexe V : Détails de l'impact CO₂ et des incertitudes des postes principaux d'émissions du scénario avec et sans projet

Tableau 18 : Détail des impacts CO₂ et des incertitudes du scénario sans projet

	Impact CO ₂ (t eq CO ₂)	Incertainde (t eq CO ₂)	% d'impact
Consommation d'électricité	299 130,00	89 739,00	0,11%
Consommation de gaz	2 170 000,00	651 000,00	0,793%
Autres combustibles	65 600,00	19 680,00	0,0240%
Intrants	1 518 989,57	258 885,82	0,56%
Eau	3 575,00	1 072,50	0,00%
Eau usées	780,00	234,00	0,00%
Production acier spéciale	538 860,45	161 658,13	0,20%
Production acier en asie	250 249 013,83	75 074 704,15	91,50%
Déchets	112 000,00	33 600,00	0,04%
Transport Asie	17 428 406,55	2 913 787,24	6,37%
Transport intrants	240 272,76	41 283,69	0,09%
Transport produits sortants	859 836,93	119 332,07	0,31%
EXPLOITATION	273 486 465,08	75 134 837,66	100,00%
IMPACT TOTAL (t eq CO₂)	273 486 465,08	75 134 837,66	1
%			
% d'incertitudes :	27,5	2,54	

Tableau 19 : Détail des impact CO₂ et des incertitudes du scénario avec projet

	Impact CO ₂ (t eq CO ₂)	Incertainde (t eq CO ₂)	% d'impact
Matériaux de construction	243 984,58	43 748	0,1%
Matériaux de fabrication de procédé	663 000,00	148 251	0,4%
Energie et ressources du chantier	3 295,19	949	0,0%
Transport des matériaux de construction	17 650,52	2 383	0,0%
Electricité	3 126 500		1,9%
Consommation de gaz	21 157 500	6 347 250	12,5%
Autres combustibles	3 280 000	984 000	1,9%
Intrants	113 383 965	18 185 523	67,2%
Eau	29 640	8 892	0,0%
Eau usées	6 890	2 067	0,0%
Production	10 837 104	3 251 131	6,4%
Déchets	230 400	40 320	0,1%
Transport intrants	11 420 987	1 037 237	6,8%
Transport Produits sortants	4 449 487	719 178	2,6%
CONSTRUCTION	927 930,29	154 592,76	0,55%
EXPLOITATION	167 922 473,79	19 621 760,46	99,45%
IMPACT TOTAL (t eq CO₂)	168 850 404,09	19 622 369	1
%			
% d'incertitudes :	11,6	1,56	

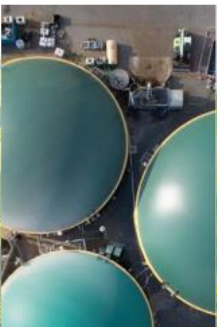
Le changement climatique n'implique pas seulement un monde plus chaud, il annonce un monde qui change.



				
Inondations	Raréfaction de la ressource en eau	Sécheresse des sols	Pollutions	Trait de côte

Notre métier, vous accompagner pour gérer ces enjeux.



				
Infrastructures résilientes	Industrie responsable	Transition énergétique	Économie circulaire	Biodiversité

Références :



Portées
communiquées
sur demande

Annexe 8 : Evaluation des risques sanitaires



Dossier de demande d'autorisation environnementale – Projet de modernisation– Site MARCEGAGLIA à Fos-sur-Mer (13)

Evaluation des risques sanitaires



Rapport n°146435/ Version A – Juillet 2026

Fiche signalétique

CLIENT

Marcegaglia

M Bruno DADOLLE
bruno.dadolle@marcegaglia.com
Responsable environnement
Usine de Fos Sur Mer
Zone Industrielle du Ventillon
13270 Fos Sur Mer France
Portable : +33 642055683

Adresse du site

Usine de Fos Sur Mer
Zone Industrielle du Ventillon
13270 Fos Sur Mer France

RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet	Nicolas CONSORTI
Interlocuteur commercial	Nicolas CONSORTI
Rapport n°	N° 146435- Evaluation des risques sanitaires
Version n°	A
Projet n°	PACP240187

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Bryan VINCENT	Ingénieur de projet	Juillet 2026	
Approbation	Virginie PRIMAULT	Directrice de projets	Juillet 2026	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	08/07/2026	106	1	Version finale

1. Table des matières

1	INTRODUCTION	8
1.1	CONTEXTE.....	8
1.2	LOCALISATION DU SITE	9
1.3	PRESENTATION DU PROJET	10
2	EVALUATION DES EMISSIONS DE L'INSTALLATION	13
2.1	CARACTERISATION DES REJETS ATMOSPHERIQUES	13
2.2	CARACTERISTIQUES DES REJETS AQUEUX.....	26
2.3	CARACTERISATION DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER ET MARITIME	28
2.3.1	Trafic routier	28
2.3.2	Trafic maritime.....	29
2.3.3	Trafic ferroviaire	29
3	EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION	30
3.1	DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE	30
3.2	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	30
3.2.1	Météorologie de la zone	30
3.2.2	Topographie.....	32
3.2.3	Milieu souterrain.....	33
3.3	ENVIRONNEMENT HUMAIN	38
3.3.1	Population.....	38
3.3.2	Occupation des sols.....	40
3.3.3	Usage des eaux superficielles.....	42
3.4	SELECTION DES SUBSTANCES D'INTERET SANITAIRE	43
3.4.1	Sélection des traceurs de risque.....	43
3.4.2	Sélection des traceurs d'émissions.....	43
3.4.3	Potentiel de transfert des substances d'intérêts.....	43
3.4.4	Traceurs retenus	44
3.5	SYNTHESE DU SCHEMA CONCEPTUEL.....	45
3.5.1	Vecteurs de transfert	45
3.5.2	Les voies d'exposition.....	45
3.5.3	Cibles et durée d'exposition	45
3.5.4	Schéma conceptuel de l'étude	46
4	INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX	47
4.1	METHODOLOGIE	47
4.2	CARACTERISATION DES MILIEUX	49
4.2.1	Substances et milieux pertinents	49
4.2.2	Données disponibles.....	50
4.2.3	Mesures dans les sols.....	59
4.3	EVALUATION DE LA COMPATIBILITE DES MILIEUX	61
4.3.1	Evaluation de la dégradation attribuable à l'installation	61
4.3.2	Comparaison aux valeurs réglementaires/valeurs de gestion	65
4.3.3	Calcul d'interprétation de l'état des milieux	67
4.4	CONCLUSION IEM.....	72

5	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	73
5.1	GENERALITES SUR LES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE (VTR)	73
5.2	CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE	74
5.3	CARACTERISATION DES EXPOSITIONS	78
5.3.1	<i>Modélisation de la dispersion atmosphérique</i>	78
5.3.2	<i>Exposition des personnes</i>	81
5.4	CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES	83
5.4.1	<i>Méthodologie</i>	83
5.4.2	<i>Estimation des concentrations et des dépôts dans l'air</i>	84
5.4.3	<i>Résultats des calculs des Quotients de Danger (effets à seuil)</i>	86
5.4.4	<i>Résultats des calculs des Excès de risque individuel (effets cancérigènes sans seuil)</i>	91
5.5	CAS PARTICULIER DES SO ₂ , NO ₂ ET POUSSIÈRES	98
6	DISCUSSION DES INCERTITUDES	100
6.1	INCERTITUDES LIEES A L'IDENTIFICATION DES DANGERS	100
6.1.1	<i>Quantification des flux</i>	100
6.1.2	<i>Choix des scenarii étudiés</i>	102
6.2	INCERTITUDES LIEES AUX RELATIONS DOSE-EFFET	102
6.3	INCERTITUDES LIEES A L'EVALUATION DE L'EXPOSITION	102
6.3.1	<i>Incertitudes liées à la modélisation de la dispersion</i>	102
6.3.2	<i>Incertitudes liées aux taux de pénétration</i>	103
6.3.3	<i>Bilan des incertitudes</i>	103
7	CONCLUSION	104

2. Table des Illustrations

Figure 1 : Localisation du site Marcegaglia.....	10
Figure 2 : Plan de masse du site projeté.....	11
Figure 3: Plan synthétique du projet.....	12
Figure 4 : Localisation des sources de rejets atmosphériques canalisées (source : Marcegaglia).....	14
Figure 5 : Zoom sur la localisation des sources de rejets atmosphériques canalisées actuelles (source : Marcegaglia).....	15
Figure 6 : Zoom sur la localisation des sources de rejets atmosphériques canalisées projetées (source : Marcegaglia).....	16
Figure 7 : Localisation des sources de rejets atmosphériques diffuses (source : Marcegaglia).....	17
Figure 8 : Localisation du point de rejet du site Marcegaglia	28
Figure 9 : Moyenne des températures de 2000 à 2022 sur la station d'Istres – Le Tubé (Source : Infoclimat)	31
Figure 10 : Moyenne des précipitations mensuelles de 2000 à 2022 sur la station d'Istres – le Tubé (Source : Infoclimat)	31
Figure 11 : Rose des vents -période 1984 à 2014 : Station d'Istres (Source : Météoblue)	32
Figure 12 : Topographie autour de la zone projet Marcegaglia (source : topographic-map.com)	33
Figure 13 : Carte géologique autour du site (source : BRGM - Infoterre)	34
Figure 14 : Localisation des BSS à proximité du site (Source : Infoterre – BRGM).....	35
Figure 15 : Localisation des mas à proximité du site (Source : Géoportail).....	39
Figure 16 : Occupation des sols au droit du site étudié	41
Figure 17 : Parcelles agricoles à proximité du site d'étude (Source : Géoportail)	42
Figure 18 : Schéma conceptuel.....	46
Figure 19 : Synoptique de la méthodologie de l'IEM	48
Figure 20 : Points de mesures réalisés dans le cadre de l'étude POLIS (Source : ATMOSUD)	51
Figure 21 : Liste des substances étudiées dans le projet SCENARII.....	52
Figure 22 : Exposition chronique par inhalation : Indicateur de risques cancérigènes cumulés pour les substances étudiées (Source : AtmoSud).....	53
Figure 23 : Pourcentage de la population exposée à un dépassement des seuils de l'OMS dans la zone étudiée par SCENARII-2 (Source AtmoSud)	54
Figure 24 : Carte de l'excès de risques individuel (ERI) cumulé pour le scénario majorant : Adulte Riverain vie entière (Source AtmoSud)	54
Figure 25 : Localisation des stations fixes autour du site d'étude	55
Figure 26 : NO ₂ – Moyenne annuelle 2024 en µg/m ³	57
Figure 27 : PM – Moyenne annuelle 2024 en µg/m ³	57
Figure 28 : Emplacement du site de mesures temporaires et des activités industrielles proches	58
Figure 29 : principaux résultats de mesures du 14/09/23 au 11/01/24 (environ 4 mois)	59
Figure 30 : Localisation des secteurs de prélèvement de sols (Campagnes 2020-2022)	60
Figure 31 : Grille de calcul IEM pour l'inhalation enfant puis adulte Résidant	69
Figure 32 : Grille de calcul IEM pour l'ingestion de sols enfant puis adulte.....	70
Figure 33 : Méthodologie de choix de VTR.....	75
Figure 34 : Rose des vents établie par ADMS (période 2023 - 2025).....	79
Figure 35 : Localisation des cibles retenues	81

Figure 36 : Courbes iso-quotients de dangers.....	88
Figure 37 : Courbes iso-ERI Adulte + Enfant autour du site Marcegaglia – Inhalation – Usage résidentiel uniquement.....	93
Figure 38 : Courbe iso-ERI liés à l'exposition multiple (adulte + enfant) autour du site Marcegaglia selon un usage professionnel et résidentiel	97
Figure 39 : Courbes d'iso-concentration de NO ₂ dans l'air	99

3. Tableaux

Tableau 1 : Liste des sources d'émissions atmosphériques retenues.....	18
Tableau 2 : Flux d'émissions retenus par substances et par sources (en kg/an)	23
Tableau 3 : Synthèse des flux retenus par substance sur le site Marcegaglia	24
Tableau 4 : Répartition de la somme des métaux ci-dessous	25
Tableau 5 : Coupe géologique des forages à proximité du site.....	35
Tableau 6 : Population des communes du rayon d'affichage	38
Tableau 7 : Valeurs retenues en moyenne annuelle pour les substances ne disposant pas de VTR (mg/m ³)	43
Tableau 8 : Synthèse des traceurs de risque retenus.....	44
Tableau 9 : Substances et milieux pertinents pour la caractérisation des milieux	49
Tableau 10 : Résultat des mesures du benzène (µg/m ³).....	59
Tableau 11 : Valeurs de fond géochimique national "Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France)" du programme ASPITET de l'INRA	62
Tableau 12 : Comparaison des résultats aux valeurs de référence (mg/kg Matières Sèches).....	62
Tableau 13 : Valeurs de gestion du Haut Conseil de la Santé Publique (seuils Publiés au BO Santé 2023/19 du 16 octobre 2023)	66
Tableau 14 : Concentrations pour les substances traceur du risque retenues dans l'air et le sol pour les calculs d'IEM	67
Tableau 15 : Paramètres d'exposition retenus pour un scénario d'habitation (inhalation)	67
Tableau 16 : Paramètres d'exposition retenus pour un scénario d'habitation (ingestion)	68
Tableau 17 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM dans les études relatives à des ICPE en projet ou existants (INERIS).....	71
Tableau 18 : VTR retenues.....	76
Tableau 19 : Cibles retenues	80
Tableau 20 : Facteurs de bioconcentration retenus	83
Tableau 21 : Consommations alimentaires	83
Tableau 22 : Formules de calcul des indicateurs de risque	84
Tableau 23 : Concentrations dans l'air (µg/m ³).....	85
Tableau 24 : Dépôts au sol des traceurs ingestion (µg/m ² /s)	85
Tableau 25 : Quotients de dangers inhalation – Adulte / enfant – Usage Résidentiel	87
Tableau 26 : Quotients de dangers inhalation – Adulte uniquement – Usage Professionnel	87
Tableau 27 : QD liés à l'ingestion de sol, par substance – Adultes	89
Tableau 28 : QD liés à l'ingestion de sol, par substance – Enfants.....	89
Tableau 29 : QD liés à l'ingestion de végétaux, par substance – Adultes	90
Tableau 30 : QD liés à l'ingestion de végétaux, par substance – Enfants	90
Tableau 31 : QD liés à l'ingestion de sol et de végétaux, par substance – Enfants.....	91

Tableau 32 : Excès de Risque individuel liés à l'inhalation pour la population « Adulte » + « Enfant » – Usage Résidentiel.....	92
Tableau 33 : Excès de Risque individuel liés à l'inhalation pour la population « Adulte » – Usage Professionnel	92
Tableau 34 : ERI liés à l'ingestion de sol, par substance – Adultes et enfants	94
Tableau 35 : ERI liés à l'ingestion de végétaux, par substance – Adultes et enfants	94
Tableau 36 : ERI liés à l'ingestion de sol et végétaux, par substance – Adultes + enfants (vie entière)	95
Tableau 37 : ERI liés à l'exposition multiple (adulte + enfant)	95
Tableau 38 : Comparaison aux objectifs de qualité de l'air des substances sans VTR (SOx, NOx, Poussières).....	98
Tableau 39 : Comparaison des VLE avec les valeurs mesurées pour la source SC25 « Dépoussiérage aciérie » (en mg/Nm ³)	101

1 Introduction

1.1 Contexte

La société MARCEGAGLIA a repris l'exploitation de l'usine sidérurgique qui était jusqu'alors exploitée par la société ASCOMETAL sur le territoire des communes de Fos-sur-Mer et de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Cette reprise a été réalisée dans les conditions définies par le jugement du tribunal judiciaire de Strasbourg du 31 mai 2024 à la suite du redressement judiciaire de la société ASCOMETAL Fos-sur-Mer.

Le projet Mistral, porté par la société Marcegaglia, prévoit de pérenniser l'outil de production historique, et créer une nouvelle unité de production innovante permettant de produire des aciers plats standards bas-carbone.

Implanté au sein de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, sur l'emprise du Grand Port Maritime de Marseille, ce projet s'inscrit dans la volonté du groupe de renforcer la décarbonation de ses activités, de sécuriser ses approvisionnements en aciers standards et de mieux intégrer sa chaîne de valeur à l'échelle européenne.

Il repose sur la pérennisation et le développement de l'activité existante, déjà fondée sur un procédé associant électrification et recyclage de la ferraille, ainsi que sur la création d'une unité innovante de production d'aciers plats standards bas carbone ne reposant pas sur la filière haut-fourneau.

À l'horizon 2029, le projet prévoit de porter la production du site à 2 150 000 tonnes par an, en combinant le maintien de la production d'aciers spéciaux et le développement d'une production de grande capacité d'aciers plats standards électrifiés.

Le projet répond ainsi à plusieurs objectifs complémentaires : moderniser et pérenniser un site sidérurgique existant, réduire fortement les émissions de gaz à effet de serre associées à la production d'aciers plats par rapport à une filière conventionnelle en cycle complet, contribuer à la souveraineté industrielle nationale et européenne, et accompagner la dynamique de réindustrialisation et de transition de la zone de Fos-sur-Mer.

Il s'appuie également sur les atouts du site, notamment son implantation dans un environnement industrialo-portuaire, l'existence d'infrastructures logistiques adaptées et la possibilité de développer à terme des synergies avec d'autres projets industriels du secteur.

Le périmètre du dossier de demande d'autorisation environnementale comprend l'usine historique ainsi que le projet Mistral composé principalement d'une nouvelle aciérie, d'un nouveau laminoir et d'une installation de stockage des laitiers (ISDND).

Dans ce cadre, Antea Group a été mandaté par Marcegaglia pour réaliser cette étude selon la démarche intégrée définie dans le guide de l'INERIS d'août 2013 mis à jour en 2021 « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées », conforme à la circulaire du **9 août 2013** relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

Le volet sanitaire de l'étude d'impact définie par l'article 122-5 du Code de l'environnement vise à apprécier les effets (impacts) potentiellement induits par une installation en activité ou en projet sur la santé des populations voisines.

L'analyse des effets sur la santé s'intègre dans le cadre d'une démarche intégrée qui vise à apporter des éléments d'appréciation pour la gestion des émissions de l'installation classée et de son impact sur l'environnement.

Elle a pour objectifs :

- D'identifier les principales substances émises par l'installation ;
- D'identifier les principales voies de transfert de ces substances dans l'environnement et les éventuels mécanismes de contamination des populations ;
- D'identifier les zones particulièrement impactées et les enjeux à surveiller (école, zone de baignade ou de pêche, etc.).

Afin d'atteindre les objectifs fixés, les outils méthodologiques sont appliqués dans 4 étapes successives :

- **Étape 1** : évaluation des émissions de l'installation ;
- **Étape 2** : évaluation des enjeux et des voies d'exposition ;
- **Étape 3** : évaluation de l'état des milieux ;
- **Étape 4** : évaluation prospective des risques sanitaires.

Cette Evaluation des Risques Sanitaires est réalisée en considérant :

- Le « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact » édité par l'InVS¹ en février 2000,
- Le guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires », version 2 édité par l'INERIS² en septembre 2021,
- La circulaire du 9 août 2013 portant sur l'évaluation des risques sanitaires des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation,
- La note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, publiée sur le site circulaire.legifrance.gouv.fr le 12 novembre 2014.

Enfin, conformément aux recommandations des guides de l'INERIS et de l'InVS, dans la mesure où les émissions sont considérées constantes et continues, seuls les risques sanitaires liés à une exposition chronique des populations aux substances à impact potentiel, seront étudiés.

1.2 Localisation du site

Le site étudié est implanté dans les Bouches-du-Rhône (13), sur les communes de Fos-sur-Mer et de Port-Saint-Louis-du-Rhône, dans la plaine de la Crau en bordure du golfe de Fos.

Il se situe dans la Zone Industrielle de la commune de Fos-sur-Mer, sur l'emprise du Grand Port Maritime de Marseille (GPM).

¹ InVS : Institut de Veille Sanitaire

² INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

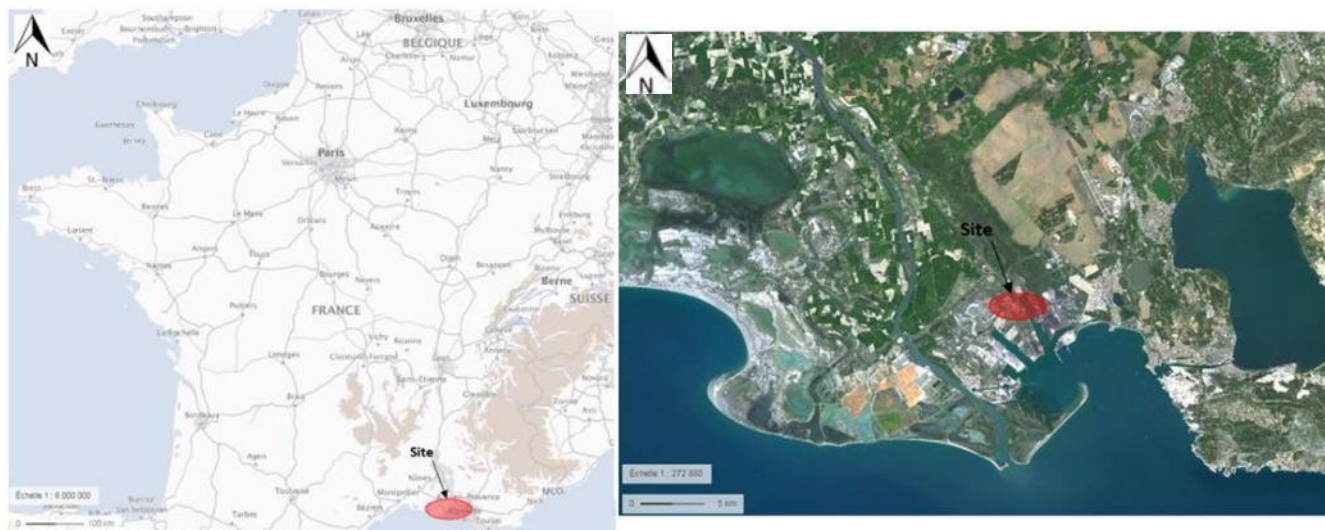


Figure 1 : Localisation du site Marcegaglia

1.3 Présentation du projet

L'usine est spécialisée dans la fabrication de produits longs (barre et fils) en aciers spéciaux destinés à la fabrication de roulements, d'aciers de construction mécanique et d'aciers à destination notamment du secteur automobile et de la défense.

L'activité est soumise à autorisation au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et est visée par la directive IED³. Les principales rubriques ICPE du site sont 3110 (Combustion), 3220 (Production de fonte ou d'acier), 3230 (Transformation des métaux ferreux), 3260 (Traitement de surface de métaux) et 3540 (Installations de stockage de déchets)

L'usine sidérurgique est actuellement exploitée dans les conditions prévues par l'autorisation au titre de la police des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), conformément à l'arrêté n° 193-2017-PC du 16 novembre 2017. Le bénéfice de cet arrêté a été transféré à la société Marcegaglia par l'arrêté n°2024-161-CE du 26 février 2025 portant le changement d'exploitant.

Marcegaglia porte un projet de pérennisation et d'extension du site visant à :

- Pérenniser l'activité historique de production d'aciers spéciaux longs à hauteur d'environ 150 kt pour une capacité de production de l'aciérie actuelle de 350 kt par an ; cette pérennisation se base sur un travail de maintenance et de remise au standard des équipements existants. Dans cette mesure, cet axe sera peu évoqué dans le reste du document ;
- Construire une nouvelle aciérie pour produire 2,0 Mt de brames d'acier plat à base d'une technologie décarbonée, à savoir un four électrique et un ensemble de métallurgie secondaire et coulée continue de brames épaisses de la dernière génération ; il s'agit de la partie « élaboration » du projet Mistral ;
- Construire un train de laminage à chaud pour produire 2,0 Mt de bobines d'acier plat avec une capacité de 2,7 Mt, (fonctionnement avec 2 fours de réchauffage des brames) ; il s'agit de la partie « laminage » du projet Mistral.

³ Industrial Emissions Directive

Le Train de laminage à chaud bénéficiera lui-aussi, à l'instar de l'aciérie, des meilleures technologies actuelles, notamment sur l'aspect énergétique et environnemental ;

- Adapter la logistique des flux d'entrée des matières premières et de sortie des produits finis en lien avec les équipements du GPMM (Grand Port Maritime de Marseille), du terminal vrac (HES) et de SNCF réseaux. Ceci correspond à la logistique des produits (matières premières, produits de sortie, co-produits, matériel industriel et de maintenance) au sein de l'usine, et à l'articulation avec la communication des matières avec le port.

En complément, le projet Mistral prévoit :

- La création de parc de stockages de ferrailles (notamment la réception de quasiment toutes celles-ci par train, soit via brouettage depuis le port soit en direct), de brames (réception de brames d'acier inoxydable et expédition des brames vers San-Giorgio, là-aussi 100% par train pour du brouettage avec le port) et de bobines d'acier (et de leur expédition par train vers le port ou vers leur destination finale, 100% des coils ayant vocation à être traités ferroviairement),
- La création d'une zone de traitement des laitiers (crible, concasseur, addition de chaux...), qui sera activée après la stabilisation de l'usine,
- La création d'un centre de traitement et de valorisation des co-produits (battitures, réfractaires...),
- La création d'une installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) pour y placer les laitiers historiques et les laitiers dit frais en attente de revalorisation.

Le plan suivant présente le plan de masse du projet.

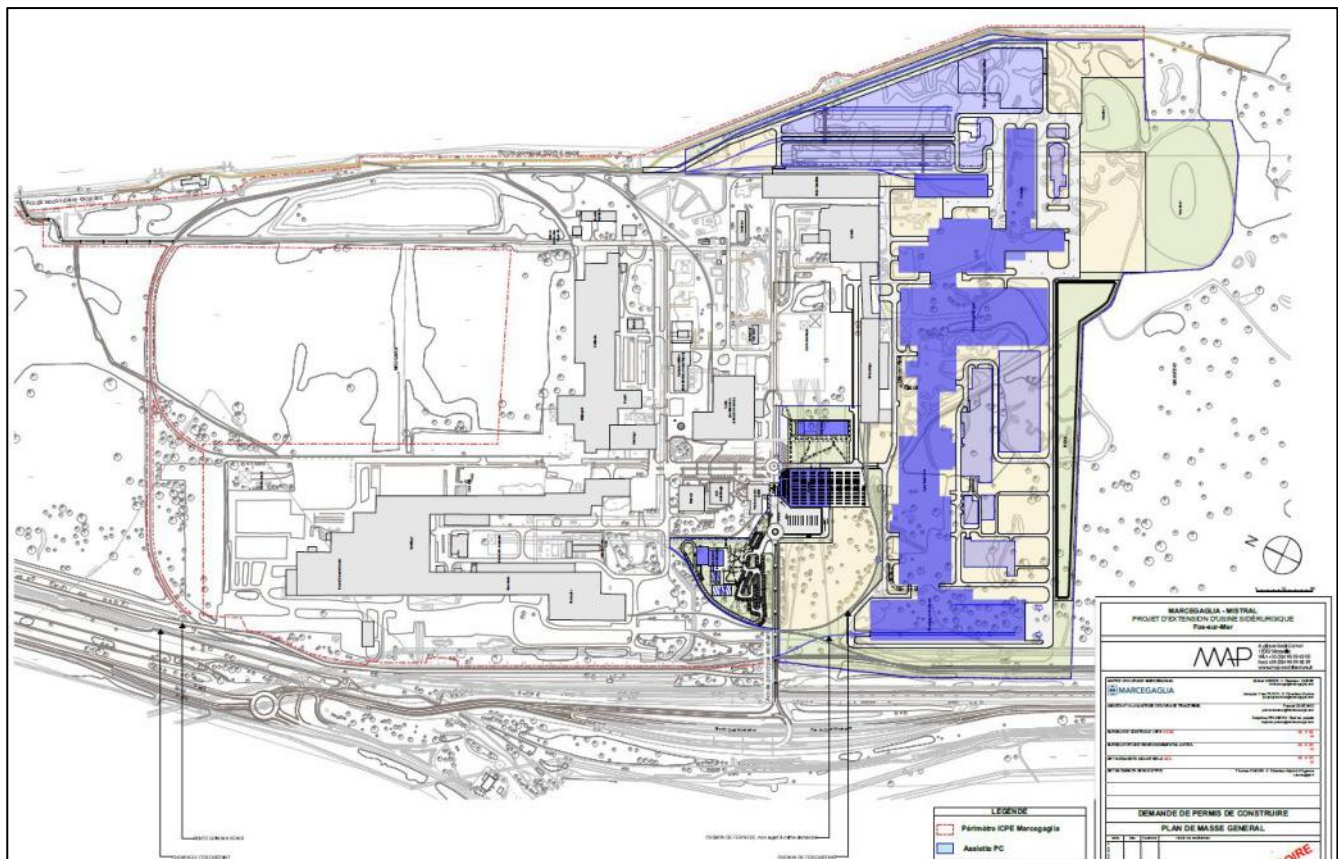


Figure 2 : Plan de masse du site projeté



Figure 3: Plan synthétique du projet

2 Evaluation des émissions de l'installation

La caractérisation des émissions est une étape préalable et indispensable à l'étude d'impact de l'installation. Elle consiste à décrire toutes les sources de polluants présentes sur l'installation et à caractériser leurs émissions ; à la fois canalisées et diffuses pour les émissions atmosphériques.

Ces sources sont listées dans les paragraphes suivants et sont sélectionnées pour l'évaluation des risques sanitaires et l'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air en fonction de leurs caractéristiques propres.

2.1 Caractérisation des rejets atmosphériques

Les émissions atmosphériques peuvent être dissociées en deux catégories :

- Les rejets canalisés, provenant d'émissaires localisables (souvent des cheminées) et dont l'ensemble des caractéristiques peut être connu. Les émissions canalisées correspondent aux rejets dans l'atmosphère à l'aide de toute sorte de conduite, canalisation ou tuyauterie (quelle que soit la forme de la section de cette conduite). Par conduite, canalisation ou tuyauterie on entend que le diamètre équivalent est raisonnablement inférieur à la longueur de cette conduite ;
- Les rejets diffus, provenant d'émissaires difficilement caractérisables. Les émissions diffuses non fugitives concernent les rejets directs de polluants dans l'atmosphère, typiquement bacs et fosses ouverts à l'atmosphère, soupapes de respiration, avec ou sans tentative de captation. Les émissions diffuses sont souvent caractérisées par des hauteurs, des températures ou des vitesses d'émissions faibles, et induit une dispersion moindre et des distances d'impact réduites. Les concentrations et dépôts atmosphériques associés peuvent donc être plus importants en proximité immédiate de la source considérée.

L'inventaire des sources d'émissions atmosphériques, canalisées ou diffuses, a été réalisé par Marcegaglia. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau et sur les figures, suivants.

Les sources canalisées suivantes n'ont pas été retenues dans les émissions du site puisque leurs installations sont à l'arrêt :

- SC16 « Four 650°C »
- SC22 « Four Stein 1 »
- SC23 « Four Stein 2 »
- SC24 « Tour Techint »

Seules les sources diffuses actuelles sont retenues. Aucune nouvelle source diffuse n'a été retenue pour le projet d'extension et de modernisation du site. Toutes les émissions diffuses passeront par le dépoussiérage et seront donc toutes captées et envoyées en source canalisée.

Suite au projet, des améliorations seront apportées au système de captation des émissions diffuses de l'aciérie et du laminoir existants. Des nouvelles mesures seront réalisées au niveau des lanterneaux.

Pour l'usine projetée, les systèmes de ventilation et d'aspiration installés dans les bâtiments permettront une captation de l'ensemble des fumées. Aucun rejet diffus ne sera émis dans le cadre du projet.

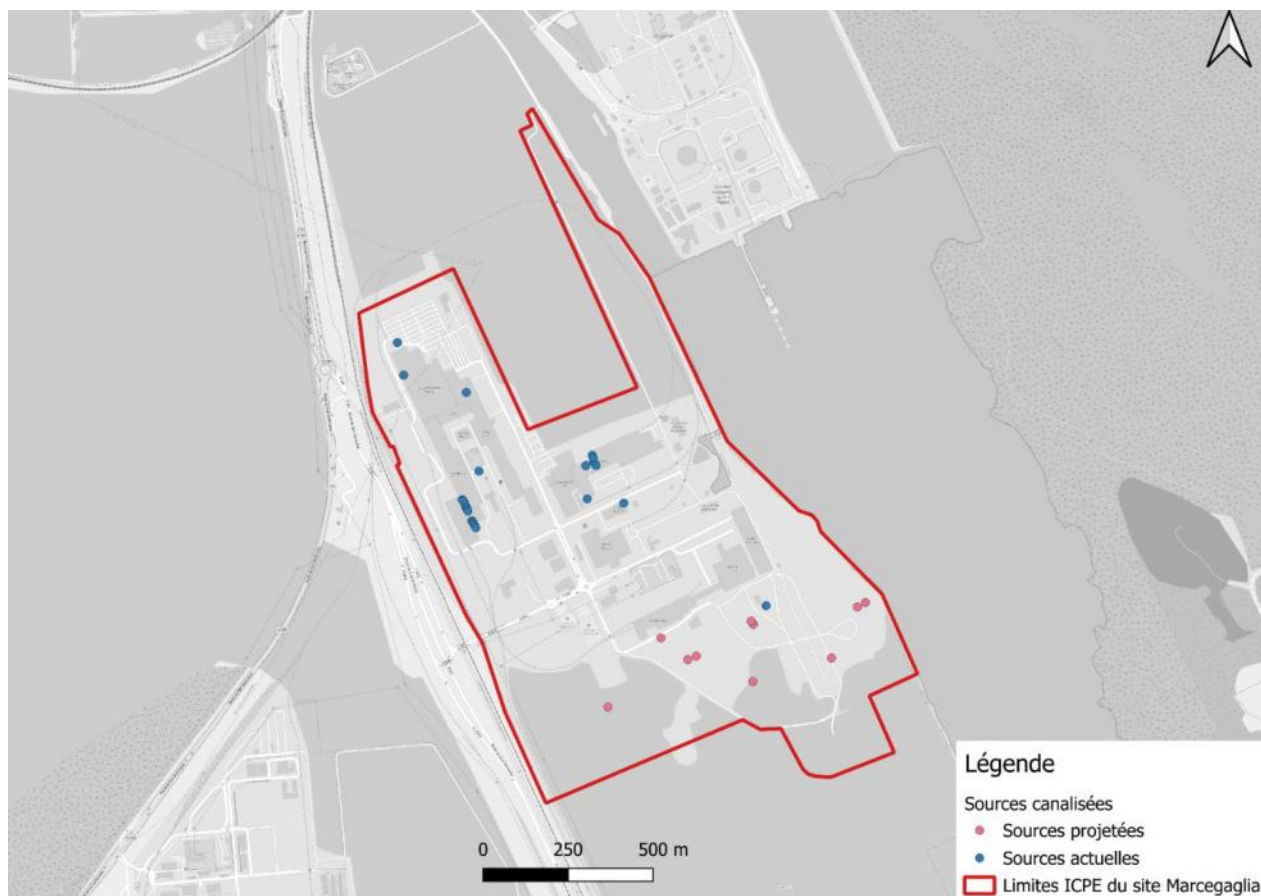


Figure 4 : Localisation des sources de rejets atmosphériques canalisées (source : Marcegaglia)

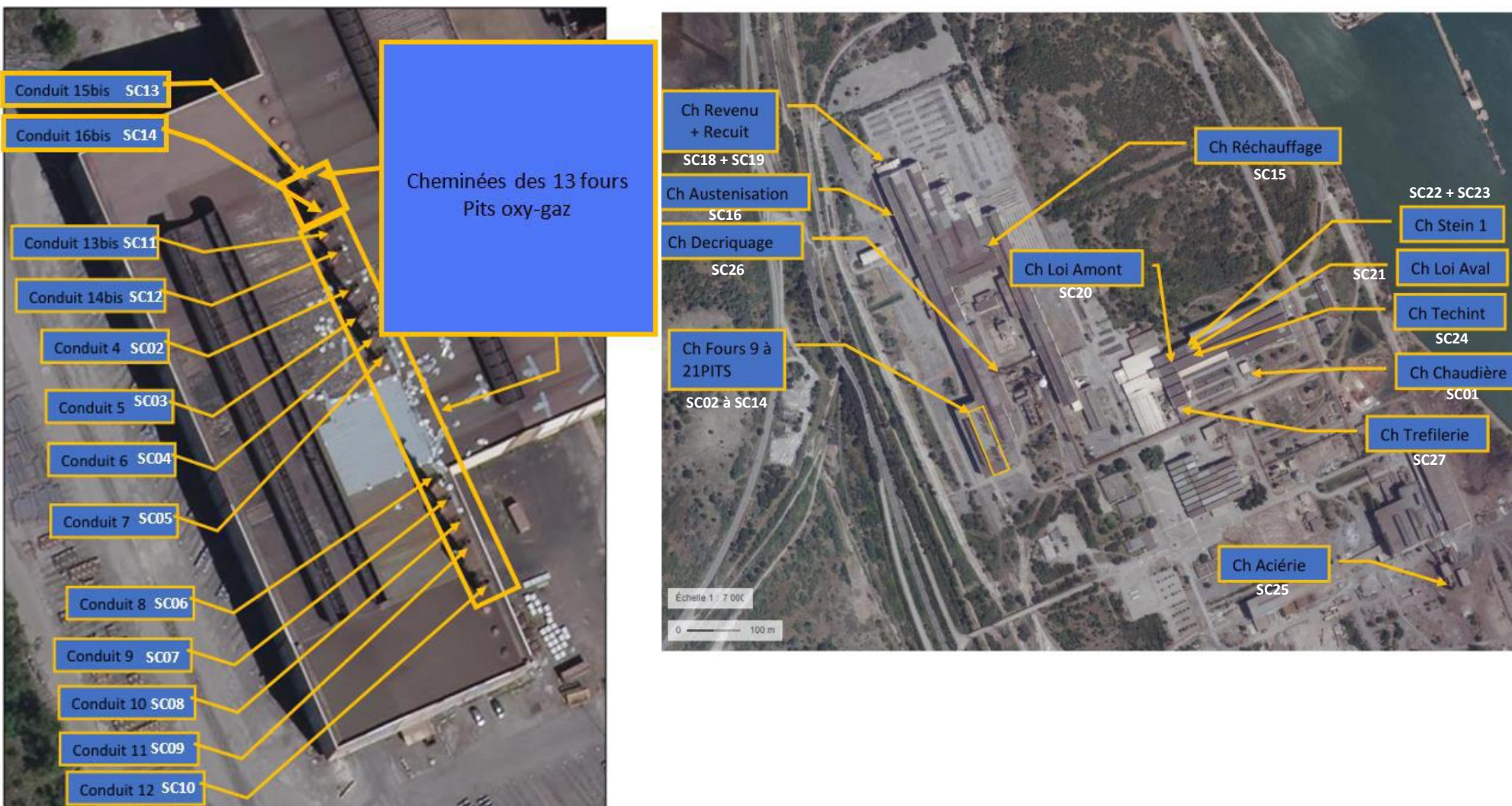


Figure 5 : Zoom sur la localisation des sources de rejets atmosphériques canalisées actuelles (source : Marcegaglia)



Figure 6 : Zoom sur la localisation des sources de rejets atmosphériques canalisées projetées (source : Marcegaglia)



Figure 7 : Localisation des sources de rejets atmosphériques diffuses (source : Marcegaglia)

Tableau 1 : Liste des sources d'émissions atmosphériques retenues

Id	Nom	X(m) – L93	Y(m) – L93	T°C	Diamètre (m)	Vitesse éjection (m/s)	Hauteur (m)	Surface (m²)
Sources canalisées								
SC01	Chaudière gaz	849713,29	6262394,50	105	0,9	6,86	16,4	-
SC02	Four Pits Oxygaz 13	849247,33	6262385,64	180	0,9	0,22	36	-
SC03	Four Pits Oxygaz 14	849250,04	6262381,13	180	0,9	0,22	36	-
SC04	Four Pits Oxygaz 15	849252,50	6262376,36	180	0,9	0,22	36	-
SC05	Four Pits Oxygaz 16	849254,20	6262371,09	180	0,9	0,22	36	-
SC06	Four Pits Oxygaz 17	849265,94	6262342,28	180	0,9	0,22	36	-
SC07	Four Pits Oxygaz 18	849268,66	6262338,26	180	0,9	0,22	36	-
SC08	Four Pits Oxygaz 19	849270,62	6262334,74	180	0,9	0,22	36	-
SC09	Four Pits Oxygaz 20	849273,58	6262329,23	180	0,9	0,22	36	-
SC10	Four Pits Oxygaz 21	849277,50	6262321,45	180	1,45	0,38	36	-
SC11	Four Pits Oxygaz 11	849242,19	6262398,18	180	0,9	0,22	36	-
SC12	Four Pits Oxygaz 12	849244,40	6262393,41	180	0,9	0,22	36	-
SC13	Four Pits Oxygaz 9 (PAC 2021)	849237,75	6262404,45	180	0,5	6,5	36	-
SC14	Four Pits Oxygaz 10 (PAC 2021)	849239,98	6262401,94	180	0,5	6,5	36	-
SC15	Four de réchauffage des billettes	849249,57	6262720,12	237	2	6,19	40	-
SC17	Four d'austénitisation	849065,20	6262771,15	147	1,39	8	27	-
SC18	Fours de revenu (2)	849046,54	6262867,21	106	0,6	1,34	27	-
SC19	Fours de recuit (conduit 29)	849046,54	6262867,21	106	0,6	29,47	27	-
SC20	Four LOI (Amont)	849601,22	6262504,24	193	0,54	11,28	25,5	-
SC21	Four LOI (Aval)	849624,54	6262515,53	107	0,54	9,22	25,5	-
SC25	Dépoussiérage Acierie	850132,26	6262092,25	48	4,3	15,3	30	-
SC26	Décricieuse	849286,55	6262488,56	25	1,85	11,88	58	-
SC27	Laveur de buées Tréfilerie décapage	849605,63	6262406,56	30	1	8,84	21	-
SC28	Four électrique et installations de dépoussiérage E1	850325,06	6261937,93	80	8,2	14	45	-
SC29	RHF Stack 1 et 2 : ReHeating Furnace Four de réchauffage E02	849926,57	6261943,86	275	2,5	8	80	-
SC30	RHF Stack 1 et 2 : ReHeating Furnace Four de réchauffage E03	849901,53	6261933,68	275	2,5	8	80	-
SC31	Cheminée de dépoussiérage pour broyeur E04	850400,96	6262088,11	25	1,6	18	16	-
SC32	Cheminée de dépoussiérage en cascade pour broyeur : E05	850424,70	6262101,86	25	0,75	17	19	-
SC33	Pile de chambres de refroidissement TSC n°1 : E06	850094,66	6262037,74	60	1,54	18	50	-
SC34	Pile de chambres de refroidissement TSC n°2 : E07	850088,26	6262046,80	60	1,54	18	50	-
SC35	Système dépoussiérage de laminoir E10	849822,25	6261997,46	65	1,7	18	30	-
SC36	Système dépoussiérage de la filière de finition E11	849666,71	6261794,36	65	3,2	18	30	-
SC37	Système dépoussiérage de machine à meuler E12	850092,86	6261868,58	70	1,7	15,4	20	-
Sources diffuses								
SD01	Grand lanterneau four	-	-	24	-	0,5	45	37
SD02	Ouverture latérale dans la zone fusion	-	-	20,5	-	0,3	45	37
SD03	Petit lanterneau four	-	-	22	-	1	45	37
SD04	Lanterneau 2 (zone de fusion affinage)	-	-	20	-	0,8	45	138
SD05	Lanterneau RH	-	-	15	-	0,89	45	276
SD06	Lanterneau Ouest	-	-	14,5	-	0,45	45	32,5
SD07	Four Pits	-	-	28,5	-	2,05	26	396
SD08	Blooming	-	-	20,42	-	1,58	26	144
SD09	Scarfing	-	-	18,21	-	0,795	26	192
SD10	Train à billettes	-	-	17,59	-	1,1	26	300
SD11	Four de réchauffage 650	-	-	25,78	-	1,58	26	312
SD12	Meulage de l'atelier parachèvement	-	-	17,63	-	1,03	26	52
SD13	Train à fil	-	-	20,25	-	0,83	26	474

Concernant les émissions liées à chaque source, un bilan est présenté dans les tableaux suivants. Les principales hypothèses retenues pour le choix des substances d'émission pour chacune des sources sont présentées dans les paragraphes ci-après. Les flux d'émission par substances émises au niveau des sources ont été estimés à partir des valeurs suivantes :

- Pour les sources canalisées actuelles, les Valeurs Limites d'Émission (VLE) de l'arrêté préfectoral complémentaire du site (AP du 23 novembre 2023) : Afin de se conformer aux MTD, certaines VLE ont été revue (en vert dans le tableau ci-dessous).
- Pour les sources canalisées projetées, les VLE fournies par le constructeur (conformement aux NEA-MTD applicables) ;

Installations	Taux de fonctionnement retenu (h/an)	Débit Nm3/h	Concentration en mg/Nm3											
			PM	Ni	SO2	NOx eq NO2	HCl	Dioxines Furanes PCDD/F ngTEQ/Nm3	COVNM	Hg	Cd + Hg + TI	As + Se + Te	Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + Zn + V	Pb
Chaudière gaz	5520	15 700	5	-	35	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Four Pits Oxygaz 13	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 14	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 15	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 16	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 17	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 18	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 19	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 20	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 21	5520	2 280	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 11	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 12	5520	3500	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 9	5520	1200	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Pits Oxygaz 10	5520	1200	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four de réchauffage des billettes	800	70 000	10	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four d'austénitisation	336	43 680	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Fours de revenu (2)	336	12 000	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Fours de recuit (conduit 29)	336	30 000	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four LOI (Amont)	4032	9 300	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four LOI (Aval)	4032	7 600	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Four Techint	0	24 280	150	-	35	350	-	-	-	0,05	0,1	1	5	1
Dépoussiérage Acierie	5520	685 000	5	-	100	100	-	0,1	10	0,05	0,1	0,5	5	0,5
Décricieuse	5520	115 000	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laveur de buées Tréfilerie décapage	2880	32 000	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Four électrique et installations de dépoussiérage E1	8008	1 900 000	5	-	35	35	-	0,1	10	0,05	0,1	0,5	2	0,5
Four de réchauffage E02	8424	100 000	10	-	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-

Installations	Taux de fonctionnement retenu (h/an)	Débit Nm ³ /h	Concentration en mg/Nm ³											
			PM	Ni	SO ₂	NO _x eq NO ₂	HCl	Dioxines Furanes PCDD/F ngTEQ/Nm ³	COVNM	Hg	Cd + Hg + Tl	As + Se + Te	Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + Zn + V	Pb
Four de réchauffage E03	8424	100 000	10	-	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheminée de dépoussiérage pour broyeur E04	4800	120 000	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheminée de dépoussiérage en cascade pour broyeur : E05	4800	25 000	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pile de chambres de refroidissement TSC n°1 : E06	8008	120 000	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pile de chambres de refroidissement TSC n°2 : E07	8008	120 000	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Système dépoussiérage de laminoir E10	7526	120 000	5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Système dépoussiérage de la filière de finition E11	7526	420 000	5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Système dépoussiérage de machine à meuler E12	7526	100 000	5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Les VLE modifiées par rapport à l'APC de 2023

- Pour le laminage à chaud, Marcegaglia s'engage à respecter la NEA MTD suivante pour les NO_x : 350 mg/Nm³ (valeur de 400 mg/Nm³ actuellement autorisée dans l'arrêté préfectoral applicable aux installations existantes).

- Pour le laminage à chaud, Marcegaglia s'engage à respecter la NEA MTD suivante pour les poussières : 10 mg/Nm³ pour les fours actuels de réchauffage dont le flux massique horaire dépasse 100 g/h (VLE actuellement fixée à 20 mg/Nm³ dans l'arrêté préfectoral en vigueur).

- Pour le dépoussiéreur de l'aciérie, Marcegaglia s'engage à respecter les VLE suivantes (démarche volontaire) :

- Débit moyen revu à la baisse (685 000 Nm³/h débit moyen annuel)
- Pb : 0,5 mg/Nm³
- AS+Te+SE : 0,5 mg/Nm³

- Pour les sources diffuses, les valeurs les plus récentes mesurées seront prises comme référence.

Des campagnes de mesure des émissions diffuses de poussières ont été réalisées en toiture des ateliers (2006 pour les zones laminoir et parachèvement et 2024 pour l'aciérie). L'AP actuel ne fixe aucune VLE pour les sources d'émissions diffuses. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

N°	Nom	Surface (m²)	Débit (Nm³/h)	PM flux horaire pour diffus (en g/h)	Heure de fonctionnement par an
SD01	Grand lanterneau four	37	59743	572	5520
SD02	Ouverture latérale dans la zone fusion	37	1106	6	5520
SD03	Petit lanterneau four	37	5462	48	5520
SD04	Lanterneau 2 (zone de fusion affinage)	138	61448	110	5520
SD05	Lanterneau RH	276	75354	15	5520
SD06	Lanterneau Ouest	32,5	19911	16	5520
SD07	Four Pits	396	333 000	6 989	3000
SD08	Blooming	144	193 000	1 268	3000
SD09	Scarfiging	192	153 500	792	3000
SD10	Train à billettes	300	275 500	2 553	3000
SD11	Four de réchauffage 650	312	402 250	2 992	336
SD12	Meulage de l'atelier parachèvement	52	44 000	239	3000
SD13	Train à fil	474	302 000	1201	800

Concernant les taux de fonctionnement des sources actuelles, les précisions suivantes sont indiquées :

- Pour les sources SC01 à SC14, SC25, SC26 et les sources SD01 à SD06 ; il a été retenu 4 semaines d'arrêt en aout et 2 en décembre et 5 jours / 7, soit un fonctionnement de 230 jours par an, équivalent à 5520 heures par an.
- Pour les sources SC15 et SD13 : le fonctionnement est de 20 semaines de 5 jours par semaine avec 8h par jour, soit 800 heures par an.
- Pour les sources SC17 à SC19 et la source SD11, il a été retenu un fonctionnement de 2 semaines par an, soit 336 heures par an.
- Pour les sources SC20 et SC21, il a été retenu un fonctionnement de 24 semaines par an, soit 4032 heures par an.
- Pour la source SC27 : le fonctionnement est de 30 semaines de 4 jours par semaine, soit 2880 heures par an.
- Pour les sources SD07 à SD10 et la source SD12, le fonctionnement est de 3000 heures par an.

Concernant les sources canalisées projetées, les taux de fonctionnements sont les suivants :

- Pour les sources SC28, SC33 et SC34 : il a été retenu un arrêt annuel de 2 semaines par an et 8h par semaine, soit un fonctionnement de 333 jours (hors pannes), équivalent à 8008 heures par an.
- Pour les sources SC29 et SC30, un arrêt annuel de 2 semaines par an, soit un fonctionnement de 351 jours (hors pannes), équivalent à 8424 heures par an.
- Pour les sources SC31 et SC32 : il a été retenu un arrêt le week-end et 1 jour d'arrêt par semaine, soit un fonctionnement de 16h/j jours, équivalent à 4800 heures par an.
- Pour les sources SC35 à SC37 : il a été retenu 5 postes d'arrêt par mois et 15 jours d'arrêt annuel, soit un fonctionnement de 314 jours (hors pannes), équivalent à 7526 heures par an.

Les flux annuels estimés pour l'ensemble des sources et des polluants mesurés sont présentés dans le Tableau 2 et synthétisés dans le Tableau 3.

ID	PM	SO2	NOx eq NO2	CO	HCl	Dioxines Furanes PCDD/F	COV eq Benzène	Cd	Hg	Tl	As	Se	Te	Sb	Co	Cu	Sn	Mn	Ni	Zn	V	Pb	Cr	Cr III	Cr VI
SC01	4,3E+02	3,0E+03	8,7E+03	8,7E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
SC02	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC03	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC04	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC05	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC06	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC07	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC08	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC09	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC10	1,9E+03	4,4E+02	4,4E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,3E-01	6,3E-01	6,3E-01	1,2E+01	4,2E-01	4,4E-01	9,3E-01	1,4E+00	2,0E+00	2,1E+01	3,9E+00	4,6E+00	8,5E+00	3,8E-01	1,3E+01	2,0E+01	1,9E+01	1,6E+00
SC11	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC12	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,1E+01	2,8E+01	2,5E+00
SC13	9,9E+02	2,3E+02	2,3E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,3E-01	3,3E-01	3,3E-01	6,2E+00	2,2E-01	2,3E-01	4,9E-01											

Tableau 3 : Synthèse des flux retenus par substance sur le site Marcegaglia

Substances	Flux (kg/an)
PM	2,4E+05
SO ₂	9,3E+05
NOx eq NO ₂	1,3E+06
CO	8,7E+03
HCl	2,8E+03
Dioxines Furanes PCDD/F	1,9E-03
COV eq Benzène	1,9E+05
Cd	9,7E+02
Hg	9,7E+02
Tl	2,1E+02
As	2,8E+03
Se	1,1E+03
Te	5,9E+03
Sb	2,7E+01
Co	3,4E+01
Cu	8,8E+02
Sn	5,2E+02
Mn	6,1E+03
Ni	9,9E+02
Zn	4,1E+04
V	7,8E+01
Pb	9,9E+03
Cr	1,9E+03
Cr III	1,9E+03
Cr VI	5,6E+01

*Les PM sont assimilées au PM_{2,5}.

Concernant les **Composés Organiques Volatils (COV) totaux** (en l'absence de VTR spécifique au groupe « COV »), il a été retenu d'assimiler l'ensemble de ces composés au benzène. Parmi les composés de la famille BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes), le benzène présente en effet la toxicité, notamment neurotoxique, la plus élevée. D'après la nature des émissions du site, cette assimilation conduit ainsi à une évaluation majorante du point de vue sanitaire.

Pour les **métaux réglementés** sur les sources canalisées, il n'existe pas de VLE pour le groupe AS+Se+Te ni pour le groupe Sb+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Z+V+Cr. Une répartition de cette VLE, pour chaque source qui émet ces différents métaux a été retenue sur la base des émissions réelles mesurées deux fois par an entre 2023 et 2025. Les résultats de cette répartition ainsi que de la spéciation en chrome vers le chrome III et chrome VI (également basée sur des mesures) sont présentés dans le Tableau 4 ci-dessous. Pour les sources canalisées futures, aucune émission en chrome VI ne sera rejetée.

Tableau 4 : Répartition de la somme des métaux ci-dessous

Répartition moyenne (%)	Pits 9 à 21	Four de réchauffage des billettes	Four d'austénitisation	Fours de revenu (2)	Fours de recuit (conduit 29)	Four LOI (Amont)	Four LOI (Aval)	Dépoussiérage Acierie	Four électrique et installations de dépoussiérage E1*
ID	SC02 à SC14	SC15	SC17	SC18	SC19	SC20	SC21	SC25	SC28
As	93,2%	52,6%	100,0%	0,0%	0,0%	68,4%	60,6%	26,5%	26,5%
Se	3,3%	45,0%	0,0%	100,0%	0,0%	31,6%	39,4%	11,1%	11,1%
Te	3,5%	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	62,4%	62,4%
Sb	1,48%	0,11%	0,00%	0,01%	0,00%	0,27%	0,30%	0,02%	0,02%
Co	2,29%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	0,31%	0,02%	0,02%
Cu	3,16%	10,82%	9,69%	4,65%	12,38%	3,74%	7,00%	1,58%	1,58%
Sn	33,26%	0,35%	0,66%	0,11%	0,00%	0,31%	0,63%	0,32%	0,32%
Mn	6,18%	26,39%	24,77%	8,12%	51,94%	16,38%	13,46%	11,90%	11,90%
Ni	7,26%	10,50%	7,87%	5,89%	2,10%	4,26%	8,33%	0,76%	0,76%
Zn	13,52%	47,24%	53,94%	79,97%	29,97%	68,58%	56,75%	82,16%	82,16%
V	0,60%	0,35%	0,06%	0,00%	0,05%	0,62%	0,37%	0,14%	0,14%
Cr	31,98%	4,13%	3,03%	1,25%	3,56%	5,76%	12,85%	3,10%	3,10%
Cr VI	7,95%	2,10%	0,00%	0,00%	0,00%	1,32%	2,46%	4,72%	4,72%
Cr III	92,05%	97,90%	100,00%	100,00%	100,00%	98,68%	97,54%	95,28%	95,28%

*La répartition des métaux de la future source canalisée SC28 « Four électrique et installations de dépoussiérage E1 » a été assimilée à celle de la source SC25 « Dépoussiérage acierie »

Stockage matières premières

Le site dispose actuellement d'un parc à ferraille d'environ 60 000 m². À la suite du projet, le parc à ferraille aura une surface d'environ 90 000 m². Ce type de stockage à l'air libre n'émet pas des émissions atmosphériques notables étant donné la taille et la nature des matériaux stockés.

En effet, les stockages de ferraille sur le site sont essentiellement des stocks de ferraille de démolition de grande granulométrie (ferraille de récupération), ne constituant pas une source d'émission de poussières.

Concernant les copeaux d'usinage, ils sont stockés dans des casiers à ferraille (toiture et parois latérales).

Les émissions diffuses liées au stockage des ferrailles ne sont donc pas retenues dans le cadre de cette étude de risque sanitaire.

Le stockage et la manipulation des laitiers

L'usine produira un total d'environ 300 000 tonnes de laitiers par an.

Pour la valorisation de ces types de déchets, il est envisagé dans le cadre du projet :

- De favoriser une voie de revalorisation interne dans le cadre des aménagements du site
- De travailler sur une voie de revalorisation avec un partenaire extérieur

Pour valoriser les scories (laitiers) produites par l'usine historique et l'usine future, les activités suivantes seront menées sur le matériau : opérations préventives de scalpage et de criblage, concassage et/ou broyage, déferrisation. Ces activités permettront d'obtenir les courbes granulométriques requises, l'élimination du fer éventuellement en plusieurs phases, et dans certains cas, la stabilisation/maturation, le mouillage et le lavage.

Une partie de ces laitiers sera stockée au sein de la future ISDND au droit de l'emprise ICPE.

La manipulation de ces laitiers pourra engendrer des émissions diffuses ponctuelles et limitées au droit de la zone de travail. Un dispositif d'aspersion pourra être mis en œuvre si besoin.

Actuellement Marcegaglia étudie la possibilité de mettre un dispositif de captation et de traitement des poussières au niveau des équipements de traitement/valorisation des laitiers.

Les émissions diffuses liées au stockage et manipulation des laitiers ne sont donc pas retenues dans le cadre de cette étude de risque sanitaire.

2.2 Caractéristiques des rejets aqueux

Concernant les rejets aqueux, les substances émises par le site, qui disposent d'une VTR, pouvant présenter un impact direct sur la santé, sont à ce stade conservées comme traceurs de risque.

D'après le programme d'autosurveillance mensuel des eaux du site conformément aux prescriptions actuelles de l'AP du 16/11/2017, les substances aqueuses sanitaires sont l'aluminium, le cadmium, le chrome, le cuivre, le fer, le manganèse, le nickel, le plomb, l'étain et le zinc.

Tous les effluents du site Marcegaglia sont récupérés dans la roubine principale du site, envoyés dans un bassin de décantation puis rejetés dans la Darse n°1 au niveau du point de rejet unique du site.

Situation actuelle

Actuellement, tous les effluents sont récupérés dans la roubine principale du site, envoyés dans un bassin de décantation puis rejetés dans la Darse n°1 au niveau du point de rejet unique du site. Il s'agit des effluents suivants :

- Des eaux industrielles après traitement :
 - eau issue de Darse n°1 au niveau du point de
 - la station de neutralisation des eaux de l'atelier de traitement de surface,
 - eau de déconcentration du circuit de refroidissement du laminage,
 - eau de nettoyage des filtres du circuit de mise sous vide du dégazeur RH,
 - eau de lavages de la station de déminéralisation (Chaufferie).
- Des eaux pluviales à l'exception de celles issues des toitures du laminoir à barres,
- Des eaux vannes (eaux domestiques) après traitement dans des mini-stations.

Projet

Dans le cadre du projet, des nouveaux circuits d'eaux sanitaires, pluviales et industrielles vont être créés :

- les eaux sanitaires : elles seront récupérées et traitées par des nouvelles mini-stations adaptées aux besoins et positionnées à proximité des futurs bâtiments. Ces ouvrages feront l'objet d'une demande d'installation auprès du SPANC, qui réalisera également le contrôle de réalisation et le suivi ;
- les eaux pluviales, des toitures et des voiries : elles rejoindront le réseau actuel et la roubine principale ;
- Les eaux usées industrielles : il s'agit :
 - des purges de déconcentration des circuits de refroidissement,
 - des eaux de lavages des filtres à sables de la station de préparation des eaux brutes,
 - des eaux issues du rejet de l'adoucisseur,
 - des eaux de régénération des résines de l'unité de décarbonatation de la station de préparation des eaux brutes).

L'ensemble de ces eaux rejoindront les roubines existantes du site et le point de rejet de la Darse n°1. Une étude a été réalisée, démontrant l'adéquation de la roubine actuelle permettant de recevoir les eaux du projet en plus des eaux de l'usine actuelle.

Concernant les lixiviats des 2 casiers (laitiers historiques et laitiers frais), ils seront stockés dans un bassin de rétention puis traités par une unité fixe ou mobile avant un rejet dans le réseau des eaux usées de process du site. Les eaux pluviales de la zone de l'ISDND seront raccordées au réseau existant du site.



Figure 8 : Localisation du point de rejet du site Marcegaglia

En raison des traitements mis en œuvre pour la gestion des eaux, les rejets aqueux du site ne sont pas retenus dans l'évaluation des risques sanitaires.

2.3 Caractérisation des émissions liées au trafic routier et maritime

Afin d'éviter une augmentation du trafic routier proportionnelle à l'augmentation de la production du site, Marcegaglia va acheminer, en grande partie, par voie ferroviaire et maritime, la ferraille (importation de la matière première) et les bobines d'acier plat standard (exportation des produits finis). Le transport par train et bateau permet d'éviter environ 200 000 camions par an, soit environ 600 camions par jour.

2.3.1 Trafic routier

La circulation des véhicules est à l'origine d'émissions diffuses de gaz d'échappement, notamment des NOX et des particules telles que certains métaux, ainsi que de poussières par la circulation sur les voiries.

Le trafic moyen journalier engendré par le site Marcegaglia est actuellement de 80 camions et environ 250 véhicules légers, soit un total 330 véhicules par jour.

Suite au projet, le trafic routier sera d'environ 110 camions/jour et 500 véhicules légers/jour. Ce trafic routier lié à l'activité de Marcegaglia représentera environ 4,4 % du trafic mesuré sur la route nationale N568 et 3,4 % pour le trafic de poids lourds.

Dans la mesure où l'ensemble des zones de circulation est imperméabilisé, les émissions de poussières liées au trafic routier ne sont pas retenues. La part des émissions routières attribuables au site avec le projet reste faible et négligeable compte tenu du trafic de la N568.

Les émissions liées au trafic routier ne sont donc pas retenues dans le cadre de cette étude de risque sanitaire

2.3.2 Trafic maritime

Suite au projet, une grande partie des apports de ferrailles et d'expédition d'acier se fera par voie maritime. Les bateaux accosteront au terminal vracs HES du Port situé à 3 km de l'usine. Une voie ferrée reliera le site Marcegaglia au terminal Vrac HES. Les flux maritimes seront essentiellement en provenance de l'Europe du Nord. Les expéditions seront essentiellement en direction de l'Italie.

Marcegaglia prévoit pour les apports :

- en ferraille, environ 70 navires par an,
- en brames, environ 10 à 12 navires par an,
- en HBI, environ 12 navires par an,
- en fonte, environ 3 navires par an,
- en réfractaire environ 5 navires par an.

Le trafic maritime actuel est d'environ 30 à 50 navires de commerce / jour au sein du golfe de Fos.

Toutefois, le trafic maritime envisagé par Marcegaglia sera très limité par rapport au trafic existant dans le Golfe de Fos et ce malgré l'augmentation du nombre de bateau prévu pour le projet.

Les émissions liées au trafic maritime ne sont donc pas retenues dans le cadre de cette étude de risque sanitaire.

2.3.3 Trafic ferroviaire

Suite au projet, les apports par train se feront depuis le terminal HES. Les navires accosteront au sud du Môle Central au niveau du terminal HES. Ensuite, les matières premières seront acheminées par train jusqu'au site Marcegaglia. Il en sera de même pour les expéditions qui seront acheminées par train jusqu'aux navires situés au terminal HES. Le trafic sera d'environ 20 à 30 trains par jour.

Si les trains sont assimilés à des trains électriques, seules les émissions liées à l'abrasion restent pertinentes puisque qu'à l'échappement, les émissions en NOx et PM sont très faibles et donc peuvent être considérées comme négligeables.

Si les trains sont assimilés à des trains diesel, le guide EMEP/EEA "Railways" traite principalement des locomotives diesel pour les NOx et PM de combustion. Selon ce carburant, les facteurs d'émissions en NOx comme en PM restent faibles par rapport aux émissions estimées dans le Tableau 3 (respectivement autour des 200 g NOx/train.km et 7 g PM₁₀/train.km).

Les émissions liées au trafic ferroviaire ne sont donc pas retenues dans le cadre de cette étude de risque sanitaire.

3 Evaluation des enjeux et des voies d'exposition

L'évaluation doit être adaptée au contexte environnemental et populationnel de l'installation pour que la gestion le soit aussi. En ce sens, cette étape consiste à recenser et analyser les données pertinentes sur la zone d'étude, en particulier sur les populations et les usages des milieux.

A partir de ces informations, le schéma conceptuel a pour objectif de préciser les relations entre :

- Les sources d'émissions atmosphériques et les substances émises (voir chapitre précédent) ;
- Les différents milieux et vecteurs de transfert ;
- Les usages et les populations exposées.

3.1 Délimitation de la zone d'étude

L'appréciation des effets sanitaires nécessite la définition d'une zone d'étude correspondant au périmètre d'influence au regard des populations riveraines susceptibles d'être exposées aux émissions. La zone d'étude correspond dans une première approche au périmètre d'affichage d'un rayon de 3 km autour de l'installation. Ce périmètre d'étude est suffisant pour indiquer qu'il comprend la zone la plus impactée par les émissions atmosphériques et regroupe les principaux centres de populations et autres enjeux d'importance locale.

3.2 Contexte environnemental

3.2.1 Méétéorologie de la zone

La société Marcegaglia est située sur la commune de Fos-sur-Mer qui possède un climat méditerranéen défini par des étés chauds et secs, des hivers doux et humide, des précipitations modérées et inégales, sans oublier un vent fréquent (le Mistral notamment).

Les statistiques suivantes sont présentées sur la base des données (Source : Infoclimat) de la station météorologique de Istres – le Tubé, enregistrées sur la période 2000-2022 pour les différentes figures, située à environ 13 km au nord-est du site et bénéficiant d'un climat similaire.

3.2.1.1 Températures

Les données obtenues mettent en évidence les éléments marquants suivants :

Les données concernant les températures extrêmes au cours des précédentes années sont les suivantes :

- Température la plus élevée : 44,3 °C en juin 1983 ;
- Température la plus basse : -10,8°C en janvier 1985.

Le graphique suivant donne les températures moyennes, maximales et minimales pour la période la plus récente 2000 à 2022.

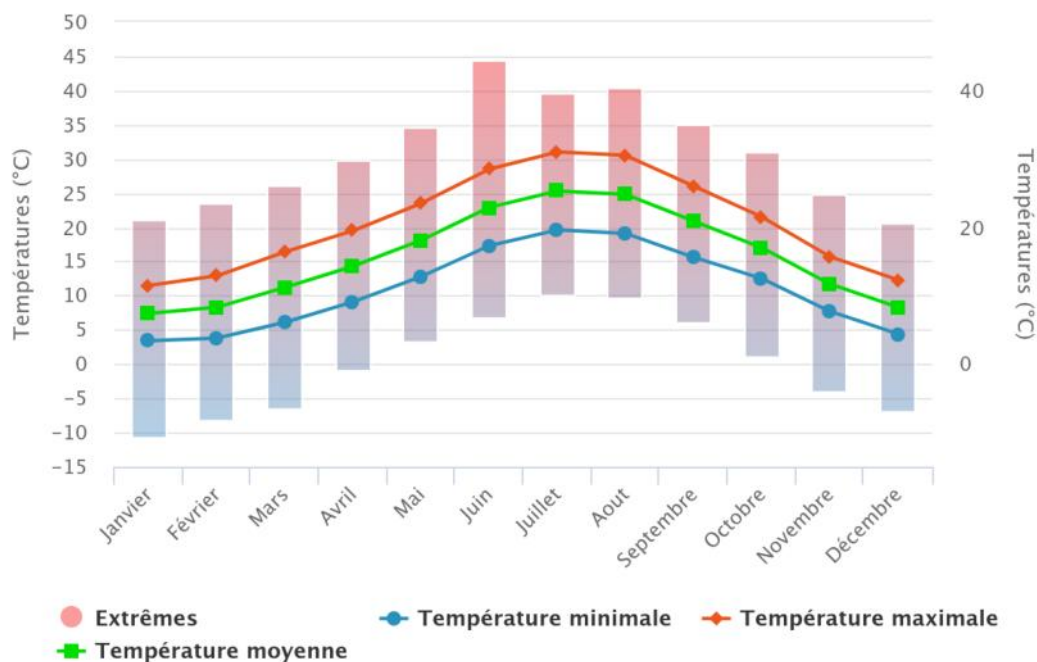


Figure 9 : Moyenne des températures de 2000 à 2022 sur la station d'Istres – Le Tubé (Source : Infoclimat)

3.2.1.2 Précipitations

La moyenne annuelle des précipitations, sur la période 2000 à 2022, est de 468 mm/an.

La hauteur maximale quotidienne des précipitations, dans la période 2000 à 2022, a été enregistrée en décembre 1997 avec une hauteur de 331 mm.

Les précipitations sont variables avec une moyenne mensuelle maximale de 80,8 mm en novembre et une moyenne mensuelle minimale de 13 mm en juillet.

La figure suivante donne les précipitations moyennes mensuelles pour cette période.

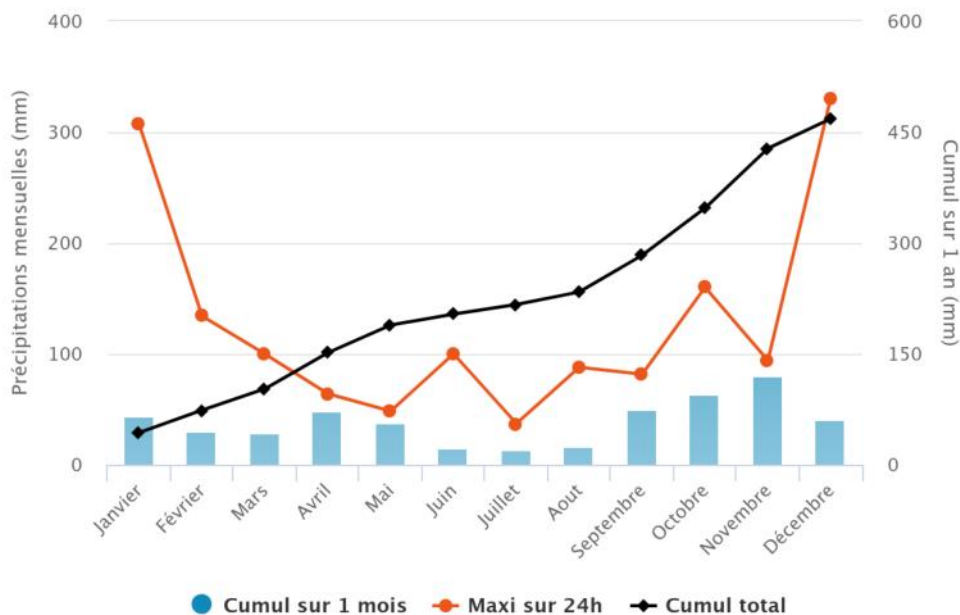


Figure 10 : Moyenne des précipitations mensuelles de 2000 à 2022 sur la station d'Istres – Le Tubé (Source : Infoclimat)

3.2.1.3 Vents

La localisation du site est sous les vents méditerranéens en provenance du nord-nord-ouest typique du Mistral.

La rose des vents de la station météorologique d'Istres sur la période de 1984 à 2014 est présentée ci-après. Il apparaît que ces vents dominants de secteur nord-nord-ouest sont, la majeure partie de l'année, compris entre 5 et 40 km/h avec :

- 191 h/an : 5 à 10 km/h
- 601 h/an : 10 à 20 km/h
- 704 h/an : 20 à 30 km/h
- 351 h/an : 30 à 40 km/h

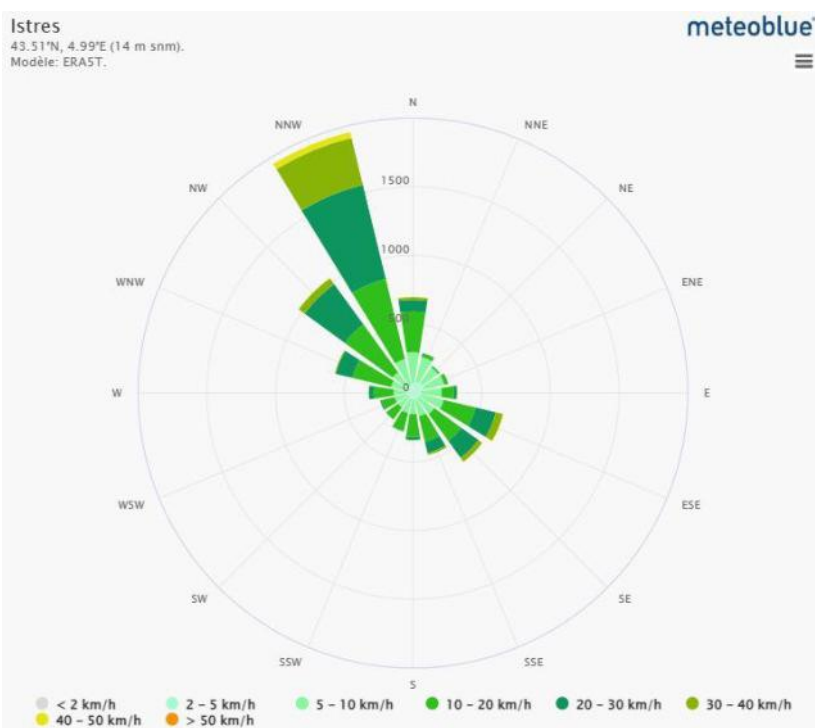


Figure 11 : Rose des vents -période 1984 à 2014 : Station d'Istres (Source : Météoblue)

3.2.2 Topographie

La topographie au droit du site est globalement plane, avec des altitudes comprises entre 2 et 6 m NGF. Autour du site, l'altitude est proche du niveau de la mer à l'ouest et s'élève en direction du nord-est, atteignant environ 20 m NGF à 8 km du site. Le point culminant de la zone d'étude correspond à une butte à 30 m NGF, située à environ 3,5 km à l'est du site.

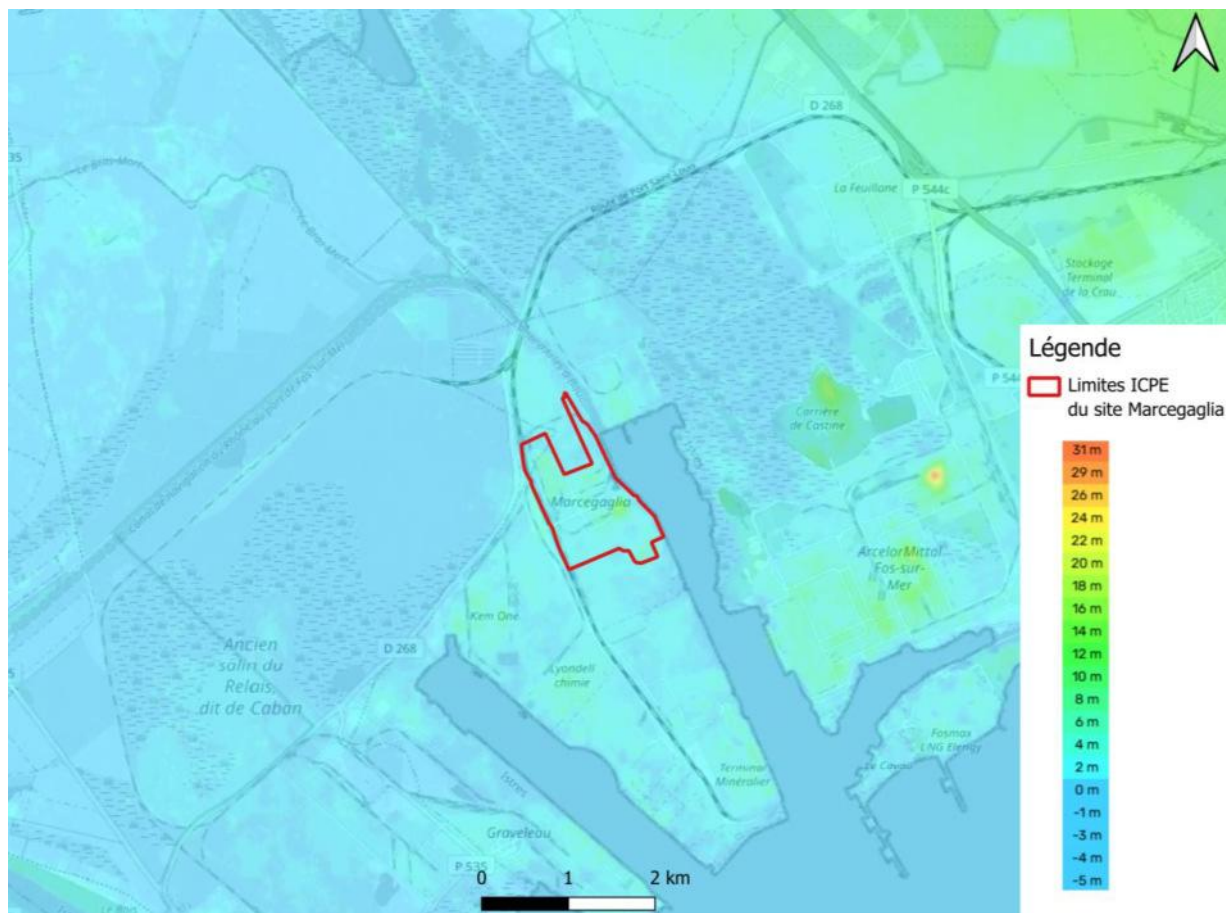


Figure 12 : Topographie autour de la zone projet Marcegaglia (source : topographic-map.com)

3.2.3 Milieu souterrain

3.2.3.1 Contexte géologique

3.2.3.1.1 Contexte géologique régional

Selon la carte géologique n° 1019 d'Istres, les formations géologiques rencontrées dans le secteur d'étude sont constituées, pour l'essentiel, d'alluvions. A l'Ouest le Rhône actuel est à l'origine de ces dépôts tandis que, plus au nord, la nappe de la Crau de constitution caillouteuse est le vestige de la paléo-Durance.

D'après la notice de la carte géologique d'Istres (1019) et des informations recueillies sur le site Infoterre du BRGM, le site d'étude repose sur d'anciennes zones marécageuse comprenant :

- Les sables d'anciens cordons littoraux (Mz3) ;
- Les sables limoneux des dépressions au sein des cordons (Mz4) ;
- Les sables éoliens des dunes littorales (NMz) ;
- Les vases des étangs (LM)
- Les Limons argileux des étangs salés (LMz1).

La carte géologique est présentée ci-après.



Figure 13 : Carte géologique autour du site (source : BRGM - Infoterre)

3.2.3.1.2 Contexte géologique local

D'après la base de données Infoterre, de nombreux forages sont localisés aux alentours du site d'étude sur un périmètre d'environ d'1 km. Il s'agit essentiellement de piézomètres et de sondages.



Figure 14 : Localisation des BSS à proximité du site (Source : Infoterre – BRGM)

Le tableau suivant fournit les coupes géologiques et les coupes lithologiques correspondantes des forages les plus proches du site d'étude.

Tableau 5 : Coupe géologique des forages à proximité du site

Reference du forage	Nature	Lithologie	Localisation par rapport au site
BSS002/JGDR	Sondage	0-1,2 : limon légèrement sableux marron gris 1,2-1,6 : sable fin limoneux marron gris 1,6-6,5 : sable fin légèrement limoneux gris 6,5-9,2 : sable fin limoneux gris foncé 9,2-10,2 : sable fin très limoneux gris foncé 10,2-11 : toit des galets de Crau, sablo limoneux gris 11-11,6 : Galets de Crau, traces de cimentation, sablo limoneux 11,6-11,9 : passage d'argile sableuse jaune clair 11,9-15 : Galets de Crau, traces de cimentation, sablo limoneux jaunâtre	110 m à l'ouest
BSS002/JGFW	Sondage	0-1,7 : remblai sable-graveleux 1,7-9,5 : sable gris fin légèrement limoneux 9,5-10,2 : sable limoneux gris noirâtre avec graviers, galets et débris de végétaux 10,2-11,3 : vase limoneuse noirâtre plastique 11,3-12,2 : vase limoneuse noirâtre plastique avec galets 12,2-12,8 : graviers et galets enrobés de sable grisâtre localement consolidé 12,8-14,8 : graviers et galets enrobés de sable argileux jaunâtre assez grossier 14,8-15 : argile jaune plastique 15-15,5 : graviers et galets enrobés de sable argileux jaunâtre 15,5-18,5 : graviers et quelques galets enrobés de sable jaunâtre	55 m à l'est

Reference du forage	Nature	Lithologie	Localisation par rapport au site
BSS002JGHN	Sondage	0-0,6 : sables gris 0,6-7,2 : Sable limoneux gris foncé 7,2-8 : limon sableux et tourbe 8-910,3 : sable limoneux 10,3-11 : argiles gris clair graveleuse 11-17,5 : sable gris graveleux 17,5-18 : sable graveleux 18-20 : graviers cimentés	150 m au sud

D'après les coupes géologiques des sondages localisés aux alentours de la zone d'étude, le sol est principalement constitué de sable et de limon. Les premiers matériaux argileux se trouvent au-delà de 10 m de profondeur, alors que les niveaux d'eau mesurés se trouvent entre 1,8 m et 3 m de profondeur.

Au droit du site, les sols superficiels sont principalement constitués de sable et de limon. Les premiers matériaux argileux se trouvent au-delà de 10 m de profondeur. Les sols sont relativement perméables.

3.2.3.2 Contexte hydrogéologique : eaux souterraines

3.2.3.2.1 Nappes présentes

Au niveau local, deux aquifères indépendants sont présents :

- Limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et de la Camargue (aquifère superficiel sablo-limoneux de faible perméabilité donc très peu productif) – FRDG504 ;
- Cailloutis de la Crau (aquifère des alluvions de la Crau de forte perméabilité) – FRDG104.

La séparation entre les deux aquifères est due à une couche imperméable de constitution limoneuse. Elle constitue le substratum de la première nappe et maintient la nappe de la Crau captive au droit du site.

3.2.3.2.2 Présentation de l'aquifère superficiel

La présence de nombreux plans d'eau salée dans le secteur (marais, darse) confère aux eaux de l'aquifère superficiel une salinité importante.

Le niveau piézométrique de cette nappe se stabilise à environ 2 m de profondeur au droit de la zone d'étude.

Signalons que les roubines, traversant le site, ne sont pas en relation hydraulique car elles sont bétonnées sur toute leur longueur

A noter qu'en raison de la proximité du site avec la mer Méditerranée, le sens d'écoulement des eaux souterraines varie en fonction du niveau de la mer et des conditions météorologiques.

La faible profondeur et la nature des terrains superficielle rendent cette aquifère très vulnérables aux pollutions de surface, toutefois son caractère saumâtre n'en fait pas une ressource d'eau potable.

Le SDAGE Rhône-Méditerranée 2022-2027 indique un bon état quantitatif et chimique de l'aquifère lors de l'état des lieux de 2021.

3.2.3.2.3 Présentation de la nappe de la Crau

D'après la carte hydrogéologique d'Istres-Eyguières au 1/50 000ème, les écoulements de la nappe de la Crau au droit du site sont de direction nord-est / sud-ouest, à une profondeur d'environ 10 m.

Des émergences existent au niveau des marais (nord du site) et en mer (sud du site). Le creusement de la darse n°1 à une profondeur de 14-15 m (partie centrale) pourrait accentuer ces phénomènes.

Cette nappe repose sur le substratum du Miocène. Elle est alimentée par les infiltrations des eaux pluviales en partie libre de l'aquifère, par la recharge au niveau des contreforts calcaires au nord. Cette dernière joue un rôle essentiel dans l'amoindrissement du battement saisonnier de la nappe.

Le SDAGE Rhône-Méditerranée 2022-2027 indique un bon état quantitatif et chimique de l'aquifère lors de l'état des lieux de 2021.

Le site ne réalise pas de prélèvement dans les eaux souterraines pour le fonctionnement de ses installations.

A noter qu'en raison de la proximité du site avec la mer Méditerranée, le sens d'écoulement des eaux souterraines varie en fonction du niveau de la mer et des conditions météorologiques.

Un suivi semestriel est réalisé pour plusieurs paramètres via un réseau de piézomètres comme imposé dans l'AP de 2017.

- Paramètres physico-chimiques : DCO, pH, conductivité, température
- Ions majeurs : cyanures, sulfures, chlorures,
- Métaux : Potassium, calcium, chrome, manganèse, plomb, cuivre, mercure, zinc, aluminium, nickel, fer, thallium, silicium, baryum et arsenic
- Autres éléments chimiques : phosphore, soufre, silicium, sélénium, tellure,
- Composés organiques : Hydrocarbures, phénols, BTEX, HAP, COHV et PCB.

Le site étudié n'est pas sur un périmètre de protection de captage AEP. L'aquifère « Cailloutis de la Crau » qui alimente les captages AEP est protégée par une couche imperméable.

Aucun usage sensible de la nappe n'est identifié en aval hydraulique du site. Le suivi de la qualité de la nappe effectué par Marcegaglia ne met en évidence aucun impact notable sur la nappe. De plus, la zone de projet sera complètement imperméabilisée.

3.3 Environnement humain

3.3.1 Population

3.3.1.1 Population des communes

Les populations des communes du rayon d'affichage (3 km) sont renseignées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Population des communes du rayon d'affichage

Commune	Nombre d'habitants	Localisation par rapport au site
Fos-sur-Mer	15 694	Commune d'implantation du projet Centre-ville à 6 km à l'est
Port-Saint-Louis du Rhône	8 510	Commune d'implantation du projet Centre-ville à 6 km au sud-ouest
Arles	51 156	Centre-ville à 30 km au nord

Source : INSEE – données 2022 (données les plus récentes disponibles)

3.3.1.2 Habitations proches

Les habitations les plus proches du site Marcegaglia sont situées au-delà du périmètre de 3 km autour du site. Le centre-ville de Port Saint-Louis du Rhône et la plage Nord sont également situés à plus de 3 km, au sud-ouest du site.

Autour du site, sont présentes quelques habitations isolées (Mas), dont les plus proches sont localisées à 3 km au nord-est du site.



Figure 15 : Localisation des mas à proximité du site (Source : Géoportail)

Compte tenu de l'environnement du projet, en zone industrielle, peu d'habitations sont présentes à moins de 5 km du projet. L'habitation la plus proche est un mas localisé à 3 km au nord-est. Les autres habitations sont présentes à partir de 3 km. L'enjeu est **faible**.

3.3.1.3 Riverains du site, ERP et populations sensibles

Les Etablissements Recevant du Public, ou ERP, sont principalement localisés dans les centres villes des communes.

Aucun ERP sensible, c'est-à-dire les ERP accueillant des populations dites « sensibles » (enfants, personnes âgées, personnes malades, etc.), n'est localisé à moins de 3 km du site.

Aucun ERP sensible n'est localisé à moins de 3 km du site. L'enjeu est **faible**.

3.3.2 Occupation des sols

La zone d'implantation du projet est marquée par la présence de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer. Les activités économiques implantées sur celle-ci se segmentent en plusieurs types catégories :

- Les implantations industrielles, 2 000 Ha : elles sont principalement concentrées autour de la darse 1, autour des filières de la transformation sidérurgique (ArcelorMittal, Marcegaglia) et pétrochimique (Kem One, LyondellBasell),
- Les implantations agricoles, 1 500 Ha : les exploitations agricoles représentent la seconde plus importante surface de la Zone Industriale-Portuaire (ZIP), principalement localisées dans la couronne environnementale de la ZIP,
- Les implantations logistiques d'entreposage ou de cross-docking, 220 Ha : concentrées sur la zone de Distriport (en arrière des terminaux de Fos 2XL) et de Feuillane (à l'entrée Nord-Est de la ZIP), elles sont au cœur de la compétitivité des trafics conteneurisés.
- Les implantations de la filière Énergie, 200 Ha : localisées autour des raffineries de Fos et Lavéra, elles permettent le stockage de produits pétroliers, mais aussi la génération d'énergie, comme la centrale à gaz de Combigo.

La ZIP de Fos-sur-Mer est entourée par une couronne agri-environnementale présentant des espaces naturels et agricoles. Ces espaces constituent une continuité écologique sur le secteur d'étude, avec la présence d'espèces d'intérêt communautaire. Selon le modèle d'occupation des sols Corine Land Cover, l'aire d'étude est composée de :

- Zones industrielles et décharges liées aux industries,
- Zones portuaires,
- Espaces routiers, ferroviaire et associés,
- Marais salants (parfois assimilés comme rizières, du fait de la ressemblance visuelle des milieux par vue satellite),
- Mer,
- Une forêt de feuillus et un plan d'eau en limite nord de l'aire d'étude.

Ces milieux sont principalement anthropisés et exploités en masse depuis le 20^{ème} siècle pour les ressources naturelles dont elle dispose (sel et eau de mer), pour les grands espaces de foncier plats localisés à distance des populations et pour les voies de transport qui la desservent (routier, maritime, fluvial et ferroviaire).

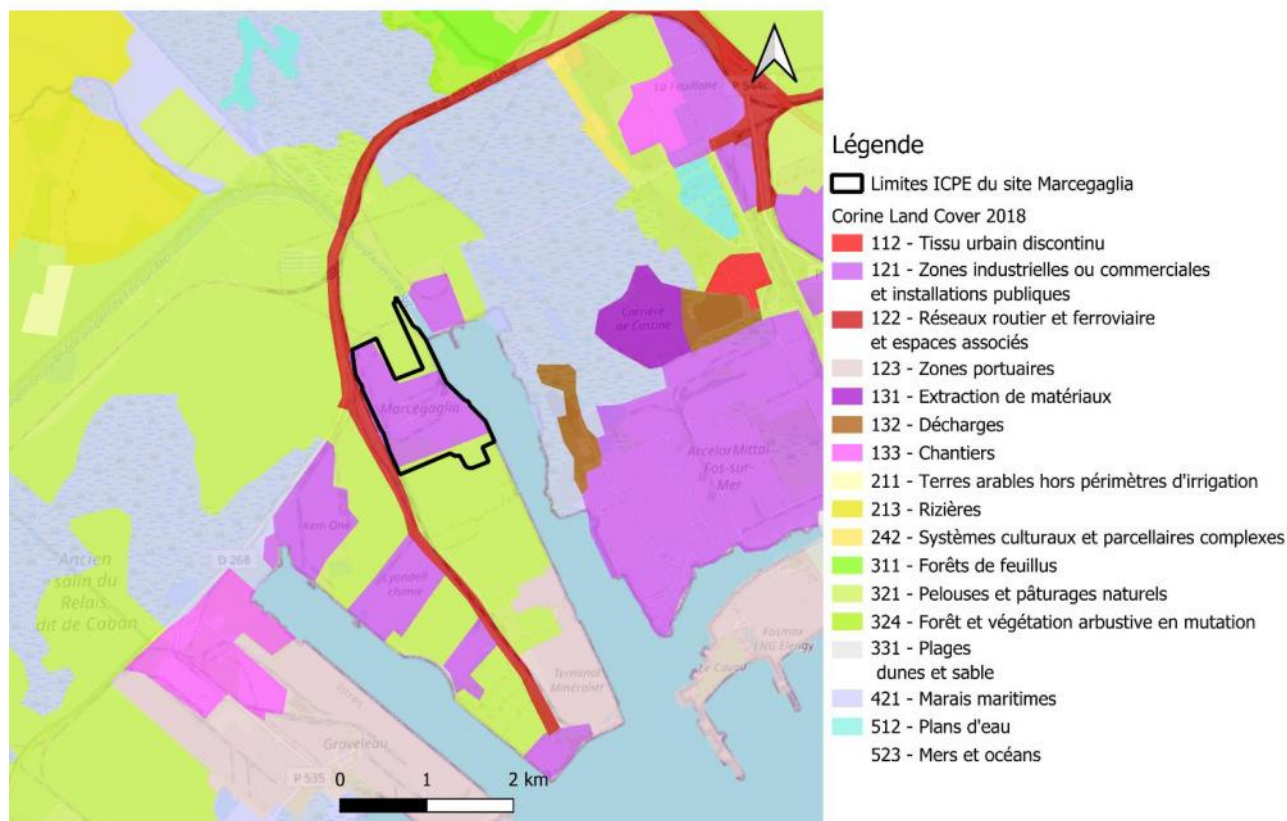


Figure 16 : Occupation des sols au droit du site étudié

Le Registre Parcellaire Graphique de 2024 cartographié dans la figure ci-dessous, confirme l'absence d'activité agricole autour de la zone d'étude. Les parcelles à proximité du site sont majoritairement composées de « Estives et landes » et de « Prairies permanentes ». A 3,5 km au Nord-Ouest du site se distinguent plusieurs cultures de riz.

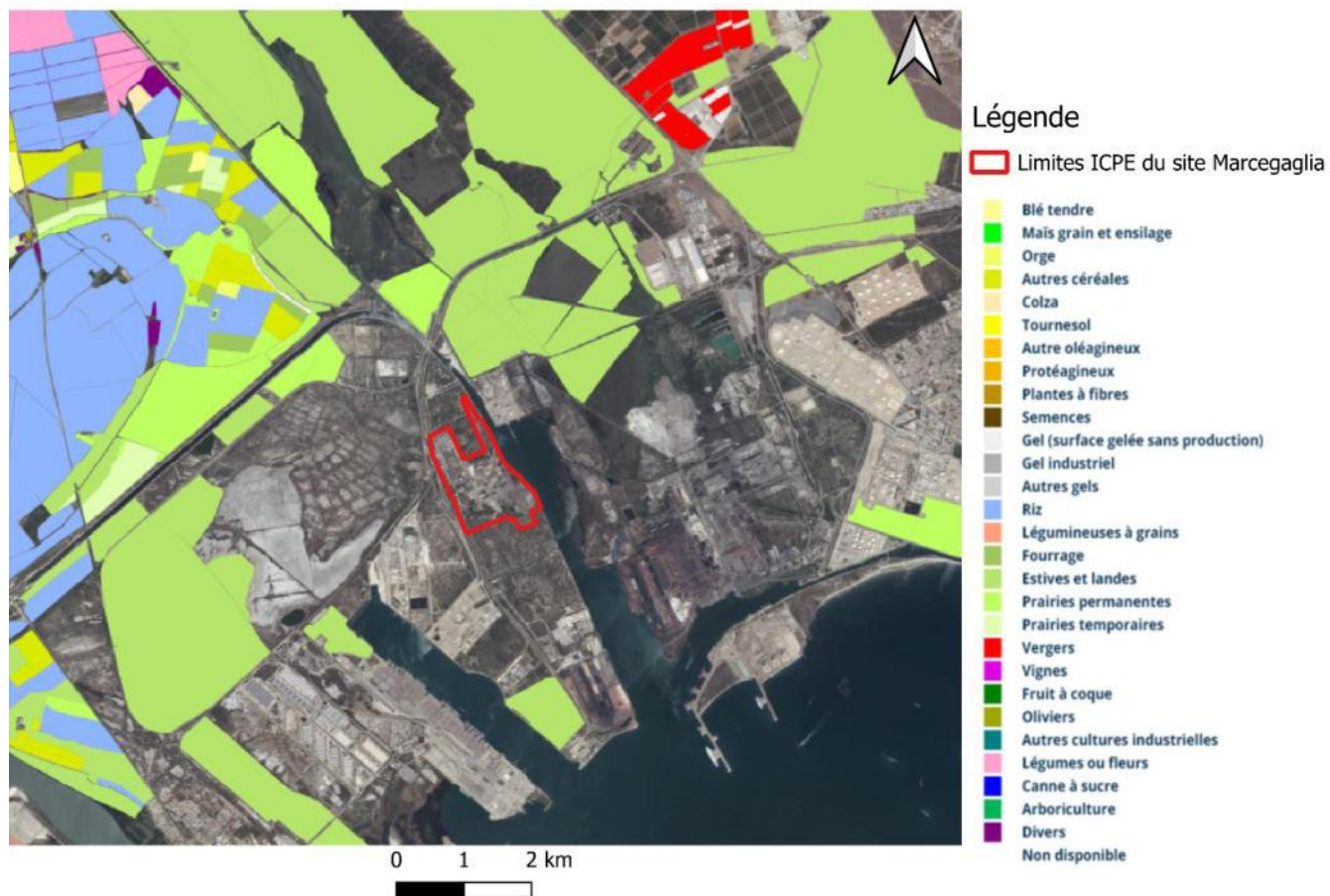


Figure 17 : Parcelles agricoles à proximité du site d'étude (Source : Géoportail)

3.3.3 Usage des eaux superficielles

Le rejet des eaux superficielles se fait dans la darse n°1. Cette Darse est une avancée superficielle de la mer sur les terres creusée par le GPMM. Elle est issue de l'exploitation anthropique de la zone. Aucun usage lié à la pêche ou à la baignade n'est présent dans la zone en raison d'une formelle interdiction réglementaire. Seuls les usages industriels sont recensés au sein de la Darse 1. Les cultures conchylicoles de Port Saint Louis et les lieux de baignades sont à plus de 6km du rejet de Marcegaglia.

Compte tenu de l'absence d'usage, les eaux superficielles ne sont pas retenues dans le cadre de cette évaluation sanitaire.

3.4 Sélection des substances d'intérêt sanitaire

3.4.1 Sélection des traceurs de risque

Lors de l'émission d'un mélange de composés chimiques à l'atmosphère, il est possible d'effectuer une sélection d'un nombre limité de substances et de réaliser l'évaluation quantitative du risque sanitaire sur ces substances choisies. La philosophie de la démarche implique donc un choix de « traceurs du risque sanitaire » parmi la liste, la plus complète possible, des substances émises.

Dans ce cas d'étude, compte tenu du faible nombre de composés émis à l'atmosphère par le site, l'ensemble des substances est retenu, sans la nécessité de faire un choix de traceur.

3.4.2 Sélection des traceurs d'émissions

Les SO₂, et les NO₂ ne possèdent pas de VTR. Cependant, afin de poursuivre la démarche d'évaluation du risque et conformément à la note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, il a été décidé de ne pas utiliser les objectifs de qualité comme VTR et ainsi de ne pas réaliser de calcul de risques pour ces substances.

Les PM possèdent une VTR depuis janvier 2023 définie par l'ANSES, complétée en septembre 2024. Même si les VTR proposées permettent de dépasser la simple comparaison des données de concentration à des valeurs guides ou réglementaires existantes pour les PM₁₀ et PM_{2,5}, il n'existe pas à ce jour de consensus ou recommandations sur des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant, contrairement aux substances chimiques pour lesquelles un niveau de risque de cancer de 10⁻⁵ est considéré comme « acceptable ».

Néanmoins, lorsqu'un composé considéré présente un potentiel toxique avéré mais pour lequel on ne dispose pas de valeur toxicologique de référence, ce dernier peut toutefois être conservé dans la mesure où il existe des objectifs de qualité de l'air. Ainsi, afin de poursuivre la démarche d'évaluation du risque, les concentrations qui seront obtenues au droit des cibles et dans le domaine d'étude seront comparées aux valeurs relatives à la qualité de l'air, présentées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Valeurs retenues en moyenne annuelle pour les substances ne disposant pas de VTR (mg/m³)

Dénomination	Objectif de qualité selon les valeurs de références Françaises (µg/m ³)	Valeur retenue selon les nouvelles directives européennes sur la qualité de l'air du 14 octobre 2024 (µg/m ³)	Valeur retenue selon les recommandations de l'OMS 2021 (µg/m ³)
PM _{2,5}	10	10	5
SO ₂	50	20	Aucune
NO ₂	40	20	10

3.4.3 Potentiel de transfert des substances d'intérêts

L'ensemble des composés chimiques, atmosphériques émis par le site Marcegaglia vont être dispersés par l'intermédiaire du vent. Les données météorologiques, indiquent un axe de vents dominants d'un secteur nord-nord-ouest typique du Mistral.

Les composés émis, considérées comme gaz passifs, vont rester sous forme gazeuse.

Le potentiel de transfert des substances dans les milieux d'exposition dépend principalement de leurs caractéristiques physico-chimiques. Les substances hydrosolubles auront une capacité plus importante à s'accumuler dans les végétaux, grâce à leur passage par la voie racinaire. Les composés liposolubles auront une affinité particulière pour les matrices riches en graisses, et pourront se bioaccumuler le long de la chaîne trophique.

3.4.4 Traceurs retenus

Les substances retenues au chapitre 3.4.1 à l'issue du bilan des émissions et disposant d'une VTR pour les effets à seuil et sans seuil en inhalation et ingestion sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Synthèse des traceurs de risque retenus

Substances	Inhalation		Ingestion	
	A seuil	Sans seuil	A seuil	Sans seuil
PM	-	-	-	-
SO ₂	-	-	-	-
NO ₂	-	-	-	-
CO	-	-	-	-
HCl	X	-	-	-
Benzène	X	X	-	-
PCDD/F	X	-	X	-
Cd	X	-	X	-
Hg	X	-	X	-
As	X	X	X	X
Se	-	-	X	-
Sb	X	-	X	-
Co	X	-	X	-
Cu	X	-	X	-
Mn	X	-	X	-
Ni	X	X	X	-
Zn	-	-	X	-
V	X	-	-	-
Pb	X	X	X	X
Cr III	X	-	X	-
Cr VI	X	X	X	X

Le bilan des flux d'émissions retenus sur le site de Marcegaglia par substances et par sources est présenté dans le tableau ci-dessous.

3.5 Synthèse du schéma conceptuel

3.5.1 Vecteurs de transfert

Les vecteurs de transfert sont les milieux permettant de mettre en contact les sources potentielles de danger identifiées au paragraphe précédent avec les populations riveraines du site, appelées « cibles » par la suite.

Les activités de la société Marcegaglia sont à l'origine d'émissions atmosphériques. Une exposition potentielle des populations avoisinantes aux polluants atmosphériques émis est possible.

L'ensemble des composés chimiques émis à l'atmosphère par le site vont dans un premier temps être dispersé par l'intermédiaire du vent. Ensuite, de par leur densité, les composés particuliers vont se déposer au sol.

Au regard des sources de contamination potentielles et des caractéristiques des composés émis par le site, les voies de transfert potentielles jugées pertinentes pour les composés identifiés sont les suivantes :

- Dispersion atmosphérique des composés gazeux et particuliers,
- Dépôts au sol des composés particuliers,
- Transfert des composés particuliers vers les végétaux après dépôt au sol.

3.5.2 Les voies d'exposition

3.5.2.1 Exposition par inhalation :

Pour les polluants atmosphériques restant à l'état gazeux, les effets pertinents correspondent à des expositions par voie respiratoire.

Pour les polluants atmosphériques particuliers, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des polluants particuliers est inférieur à 10 µm.

3.5.2.2 Exposition par ingestion :

L'exposition par ingestion peut être considérée dans le cadre d'émissions atmosphériques de substances particulières, à travers le dépôt des particules au sol, et la contamination potentielle de la chaîne alimentaire (ici les végétaux auto-produits). Aucun élevage n'a été recensé à proximité du site

3.5.3 Cibles et durée d'exposition

L'évaluation porte sur les risques pour les populations riveraines, **exposées de façon chronique** aux émissions du site. Compte tenu de l'environnement du site, les cibles retenues correspondent à la population la plus proche du site résidant ou travaillant dans sa zone d'influence, les enfants allant aux écoles proches du site et les travailleurs présents sur les sites industriels voisins.

La sécurité des personnes travaillant sur site exposées aux risques sanitaires est spécifiquement traitée dans la le code du travail.

Les cibles à considérer sont donc des riverains définis de la façon suivante :

- Des **enfants** résidents dans les logements. L'âge des enfants résidant au droit du site est supposé être compris entre 0 et 6 ans, ces enfants sont considérés comme présent 24h/jour, 365 jours par an, à leur domicile, dans une approche majorante. Pour les enfants, le temps d'exposition sera pris égal à 6 ans ;
- Des **adultes résidents** dans les logements. Nous considérerons dans la présente étude que ces adultes sont présents 24 h/jour, 365 jours par an à leur domicile, dans une approche majorante. La durée d'exposition sera prise égale à 30 ans correspondant au 90ème percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF. Cette durée est préconisée par l'INERIS et l'Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques ;
- Des **adultes travailleurs** : Pour la population d'adultes travailleurs des entreprises proches du site Marcegaglia (également appelée « professionnelle »), il sera considéré une exposition 20% du temps en entreprise et 80% dans l'habitation la plus proche. Aucune exposition par ingestion n'est considérée pour les usage professionnel.

3.5.4 Schéma conceptuel de l'étude

Le schéma conceptuel ainsi retenu est le suivant.

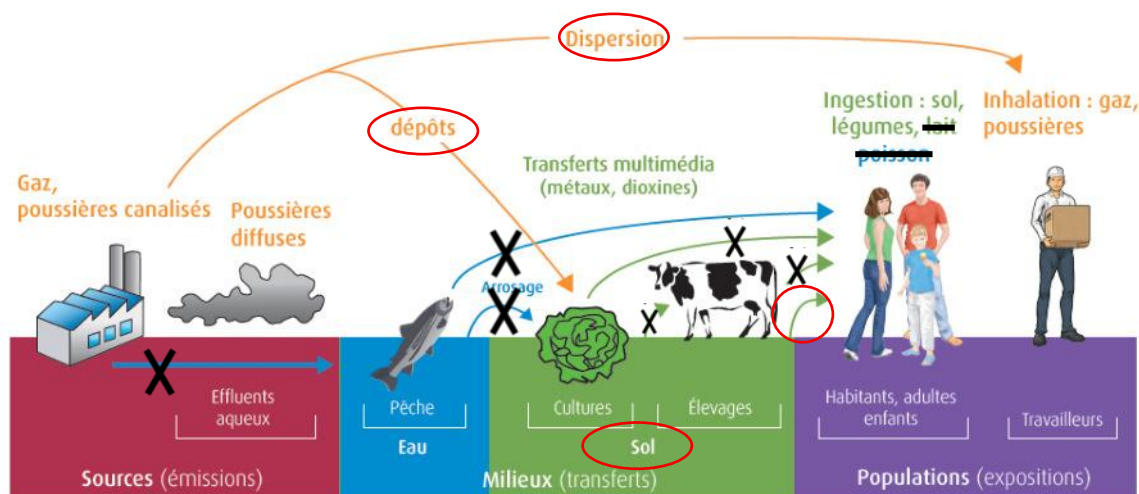


Figure 18 : Schéma conceptuel

4 Interprétation de l'état des milieux

4.1 Méthodologie

L'IEM permet d'apprécier l'état de dégradation des milieux. Elle permet d'identifier certaines substances préoccupantes dans les milieux. L'IEM est fondée sur le schéma conceptuel d'exposition de la population (description des enjeux et des voies d'exposition et de transfert) qui est réalisé sur la base des éléments fournis pour l'analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par l'installation. Il s'agit de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages déjà fixés, c'est-à-dire des usages constatés. **L'IEM intervient après l'évaluation des émissions de l'installation et l'évaluation des enjeux et des voies d'exposition.**

L'évaluation de l'état des milieux doit permettre de fixer des priorités pour la suite de l'étude et pour la gestion des émissions de l'installation contribuant à la protection des enjeux identifiés dans le schéma conceptuel. Pour cela, l'évaluation se base sur les mesures réalisées dans les milieux d'exposition autour de l'installation pour :

- Déterminer si les émissions passées et présentes de l'installation contribuent à la dégradation des milieux ;
- Déterminer si l'état actuel des milieux est compatible avec les usages et apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation.

Pour répondre à ces objectifs, et exploiter les résultats pour la suite de l'étude, l'évaluation s'appuie sur l'outil d'Interprétation de l'état des milieux, décrite dans le Guide technique de l'INERIS paru en Septembre 2021 : « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » et dont le schéma suivant décrit les étapes successives.

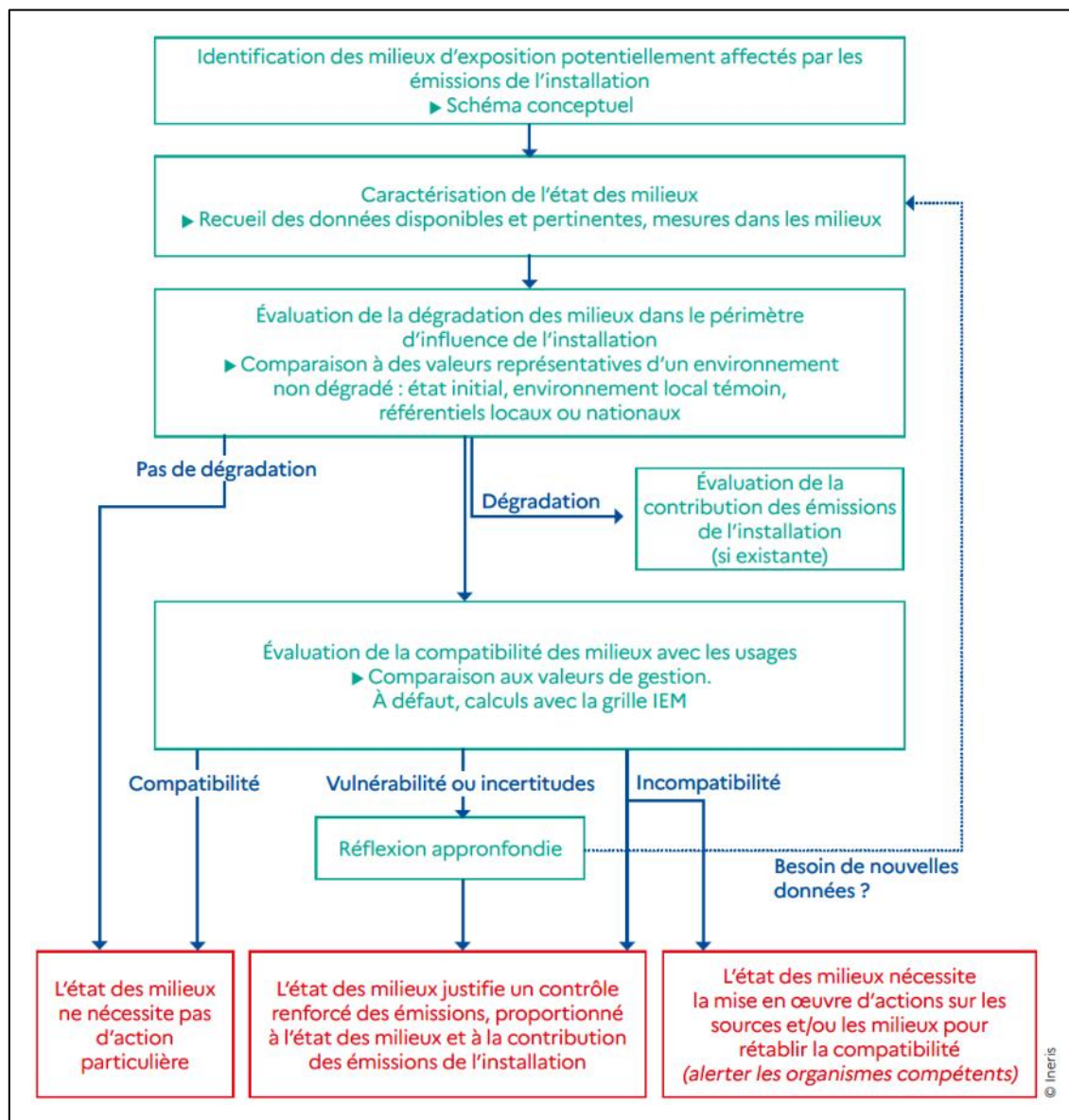


Figure 19 : Synoptique de la méthodologie de l'IEM

Comme le montre le schéma ci-avant, l'IEM conduit à comparer l'état des milieux :

- À l'état initial de l'environnement,
- Aux valeurs de gestion réglementaires mises en place par les pouvoirs publics.

4.2 Caractérisation des milieux

4.2.1 Substances et milieux pertinents

Les substances et milieux pertinents sont définis en fonction des caractéristiques des émissions, de l'environnement et des activités à l'aide du schéma conceptuel. La caractérisation des milieux porte sur les traceurs de risque et traceurs d'émission sélectionnés préalablement.

Les polluants considérés sont gazeux et particulaires, émis par voie aérienne à l'atmosphère. Les milieux récepteurs concernés sont donc l'air, les sols et les végétaux.

Tableau 9 : Substances et milieux pertinents pour la caractérisation des milieux

Composés	Air	Sols superficiels (0 – 5 cm)	Sols racinaires (5 - 30 cm)	Végétaux
NO ₂ SO ₂ HCl CO	X	-	-	-
Poussières	X			
COV Benzène	X	-	-	-
ETM Cd, Cr III, Cr VI, Co, Cu, Pb, As, Mn, Ni, V, Hg, Se, Sb, Zn	X	X	*	*
<u>Dioxines</u> et furannes PCDD/F	X	X	*	*

* analyse non prévue en 1^{er} niveau d'approche conformément aux recommandations de l'INERIS « En règle générale, les mesures dans les aliments d'origine végétale produits localement ne sont envisagées que si les mesures préalables dans les sols, et/ ou les résultats d'une modélisation montrent une possible contamination au-delà de seuils réglementaires ou de niveaux préoccupants pour la santé des consommateurs » INERIS, 2021.

Ainsi, en premier niveau d'approche, la caractérisation des milieux porte sur les milieux d'exposition et concerne donc les milieux « air » et « sol » dans le cas présent.

4.2.2 Données disponibles

4.2.2.1 Données régionales

4.2.2.1.1 Projet « POLIS »

Ce projet met en œuvre un plan de surveillance pour évaluer les concentrations des polluants d'intérêt sanitaire non réglementés dans la zone industrielle de l'Étang de Berre et plus largement dans la région PACA comprenant le site de Marcegaglia. Les concentrations dans l'air ambiant de plusieurs polluants qui ne font pas partie des investigations habituelles, ont été mesurées dont celles retenues dans le cadre de cette étude comme :

- le mercure gazeux ;
- le chrome hexavalent (Cr (VI)).

De 2014 à 2016 (1^{ère} phase du projet), un grand nombre de sites ont été échantillonnés afin de mettre en évidence des zones d'intérêt, variables selon le polluant considéré, sur lesquelles une surveillance pérenne apparaît pertinente.

Les prélèvements de chrome VI se sont organisés entre janvier et avril 2016 sur trois sites. L'ensemble des analyses a montré des résultats inférieurs à la limite de quantification de 25 ng/filtre, ce qui correspond à une concentration de 0,15 ng/m³.

La surveillance du mercure gazeux par analyseur automatique a montré que les concentrations moyennes s'échelonnent entre 1,1 et 2,4 ng/m³ selon les sites investigués. Selon ces mesures, le site de Martigues / Lavéra est le plus impacté par ce polluant (moyenne de 6 ng/m³ en 2013/2014).

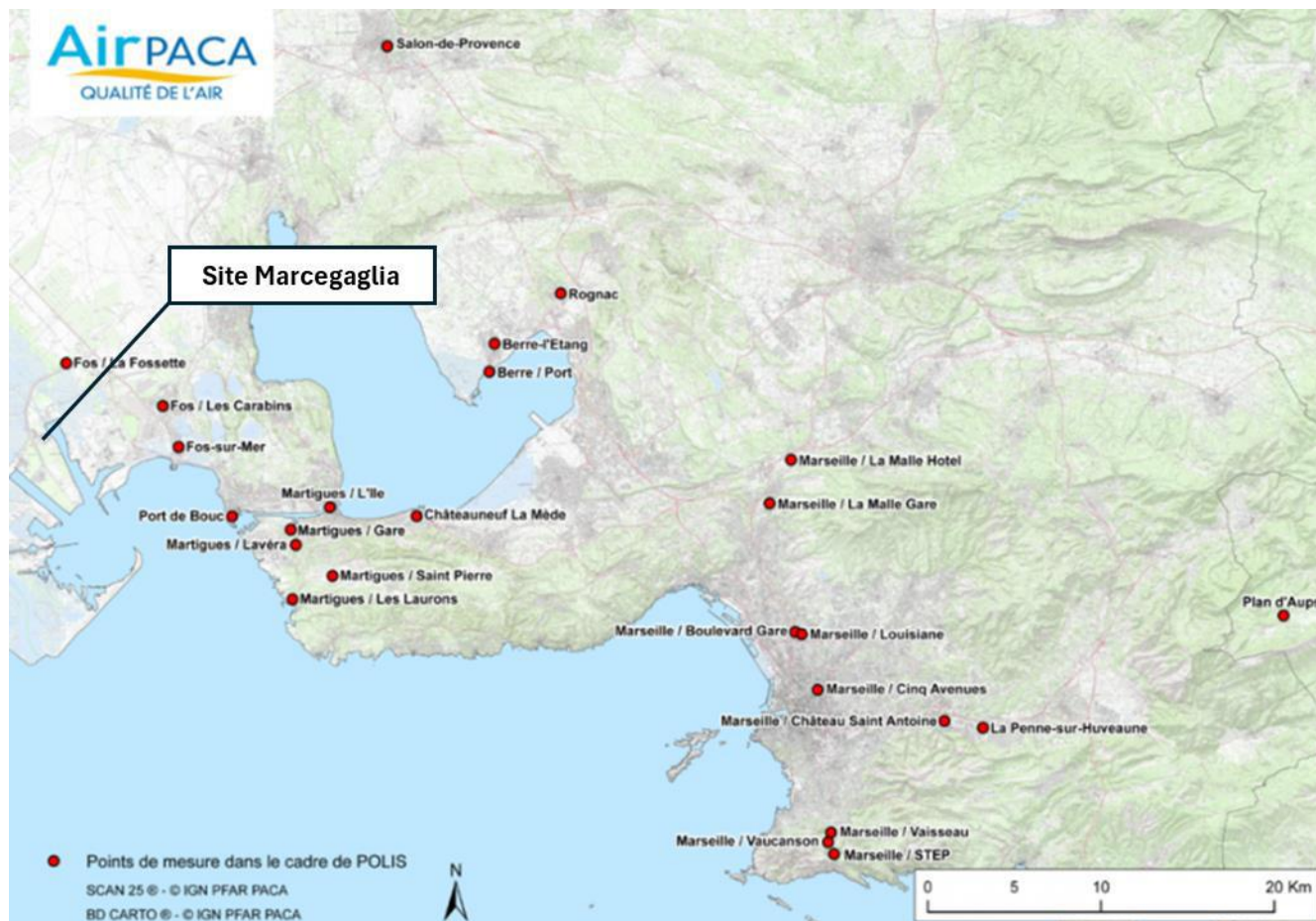


Figure 20 : Points de mesures réalisés dans le cadre de l'étude POLIS (Source : ATMOSUD)

Cette étude met en évidence différentes problématiques de dépassement des seuils de la qualité de l'air sur le territoire étudié. Parmi les composés faisant l'objet d'une surveillance, seuls le chrome VI (Cr VI) et le mercure (Hg) sont émis par l'activité du site Marcegaglia. Toutefois, aucune alerte n'est émise au niveau de la commune de Fos-sur-Mer.

4.2.2.1.2 Programme SCENARII 1 et 2

Les programmes SCENARII, inscrits dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE), ont été initiés par AtmoSud en partenariat avec l'Agence Régionale de Santé et le préfet de région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le projet SCENARII vise à évaluer les risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique, notamment pour les populations résidant autour de l'étang de Berre.

Le projet couvre un territoire de 66 communes et intègre l'ensemble des sources d'émissions de 39 substances ou familles de substances. Il permet de produire des cartes de concentrations et d'estimer l'exposition des populations dans le cadre d'un scénario **d'exposition chronique par inhalation**.

Acide chlorhydrique	Indéno[1,2,3-c,d]pyrène
Acide fluorhydrique	Mercure
Ammoniac	Méthane
Arsenic	Monoxyde de carbone
Benzène	Nickel
Benzo[a]anthracène	Oxydes d'azote
Benzo[a]pyrène	Particules de moins de 10 µm de diamètre
Benzo[b]fluoranthène	Particules de moins de 2,5 µm de diamètre
Benzo[j]fluoranthène	Plomb
Benzo[k]fluoranthène	Polychlorobiphényles
Cadmium	Poussières totales
Chrome	Protoxyde d'azote
Composés organiques volatils non méthaniques	Sélénium
Cuivre	Vanadium
Dibenzo[a,h]anthracène	Zinc
Dioxines et furanes	Hydrogène sulfuré
Dioxyde de carbone	1,2-dichloroéthane
Dioxyde de soufre	1,3-butadiène
Fluoranthène	Particules diesel
Hydrocarbures aromatiques totaux	

Figure 21 : Liste des substances étudiées dans le projet SCENARII

Deux phases constituent ce projet :

- SCENARII 1 (réalisé en 2015), qui a permis de structurer une méthodologie d'évaluation des risques en identifiant les principales sources de pollution (industries, transports, chauffage, etc.) et en établissant des premiers indicateurs d'exposition des populations. Cette phase a mis en évidence excès de risques sanitaires pour plusieurs polluants, conduisant à la mise en place d'actions pour réduire les émissions des sources industrielles.
- SCENARII 2 (réalisé en 2025), qui a mis à jour les indicateurs et évalué l'efficacité des actions mises en œuvre.

→ SCENARII 1 :

Ce projet a permis de développer et de valider l'outil OSIRIS, outil de gestion de risques et d'aide à la décision, basé sur une démarche d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS). Cette démarche permet de quantifier, à l'aide d'indicateur de risques, l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé.

L'utilisation de cet outil sur la région de l'Etang de Berre a permis d'identifier les zones pour lesquelles des dépassements des seuils de référence sont observés, et ce, pour la première fois dans une telle démarche, en intégrant 39 polluants d'intérêt sanitaire et l'ensemble des sources de pollution (industries, transports, chauffages, navires...) à l'échelle d'un territoire composé de 66 communes.

Les résultats montrent que 4 substances prises individuellement (particules diesel, benzène, butadiène, et dichloroéthane) induisent, pour les effets cancérogènes, des niveaux de risques supérieurs au seuil de vigilance. Les secteurs concernés se situent près des grands axes de transport ou à proximité de certaines sources industrielles.

Par ailleurs, malgré la diminution significative des émissions d'origine industrielle (de 30 à 70 % de réduction selon les polluants ces 10 dernières années), la population reste exposée à la pollution sur l'ensemble du secteur. Les études font apparaître principalement un risque cumulé pour l'ensemble des substances étudiées sur trois secteurs spécifiques (Fos-sur-Mer, Martigues, Berre et certains axes de transport), nécessitant de mettre en œuvre des actions de réduction des expositions.

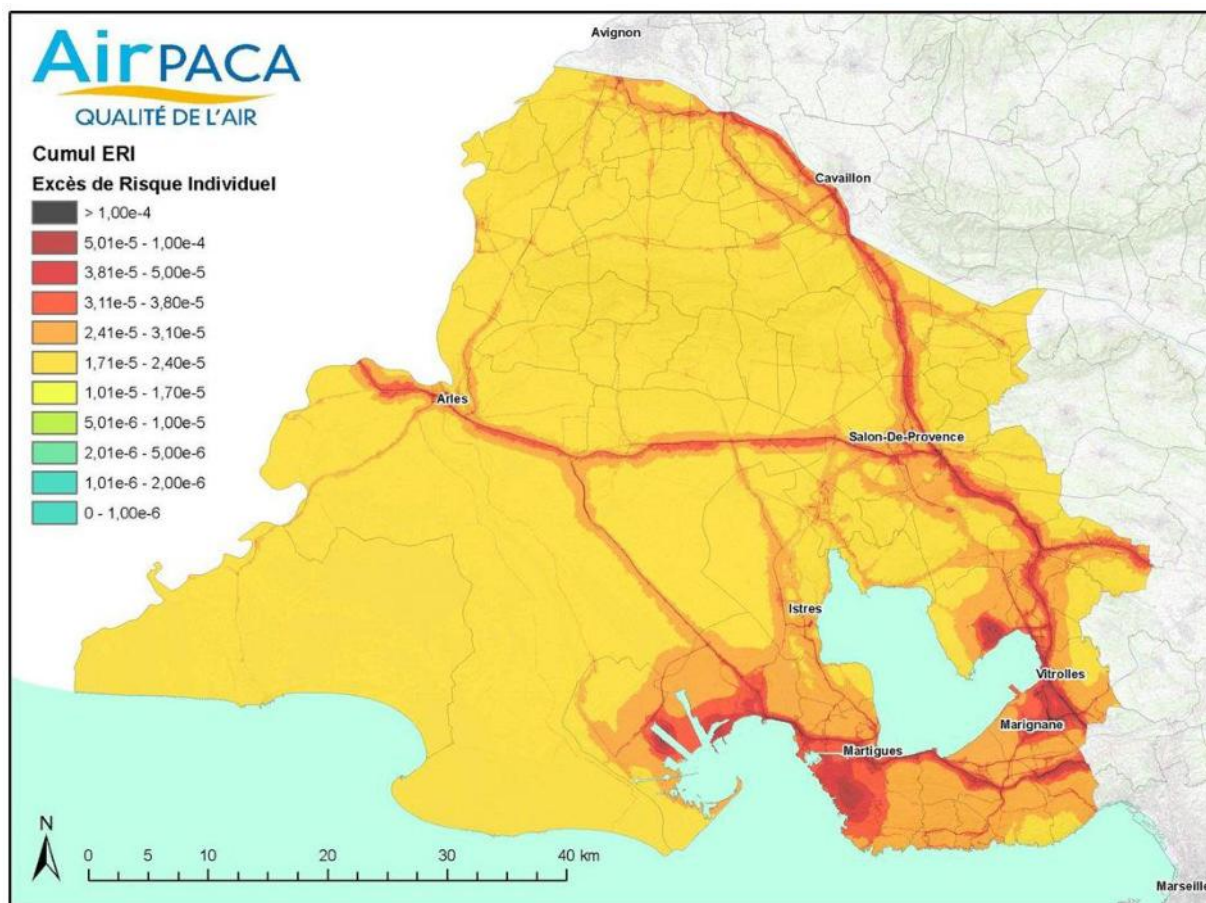


Figure 22 : Exposition chronique par inhalation : Indicateur de risques cancérigènes cumulés pour les substances étudiées
 (Source : AtmoSud)

➔ SCENARII 2 :

Cette seconde phase actualise l'étude sur la base de données plus récentes, notamment le cadastre des émissions de 2019 et des conditions météorologiques de 2022. Les cartes de dispersion sont recalées à partir des mesures de qualité de l'air disponibles entre 2020 et 2022, puis croisées avec les données de population afin d'évaluer l'exposition, en particulier pour les populations sensibles.

L'objectif est de suivre l'évolution de l'exposition entre les deux phases et d'apprécier les effets des actions mises en place.

Les résultats montrent une diminution ou une stabilisation des concentrations de polluants, traduisant l'efficacité globale des mesures engagées. Toutefois, certains polluants réglementés (ozone O_3 , dioxyde d'azote NO_2 et particules fines PM_{10} et $PM_{2,5}$), issus notamment des transports, du chauffage et de l'industrie, ne respectent pas les recommandations des valeurs limites données par l'OMS.

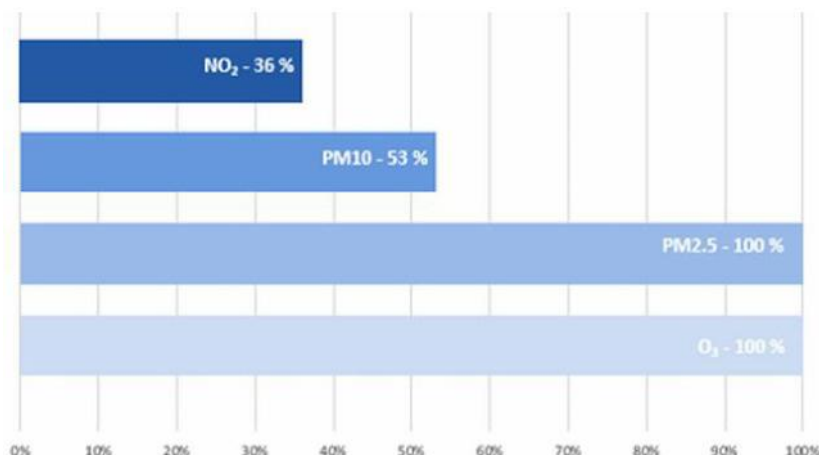


Figure 23 : Pourcentage de la population exposée à un dépassement des seuils de l'OMS dans la zone étudiée par SCENARII-2 (Source AtmoSud)

Le projet met également en évidence un excès de risque lié à l'exposition cumulée à des polluants cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR), principalement d'origine industrielle (oxyde d'éthylène, 1,2-dichloroéthane, cobalt, chlorure de vinyle). Bien que le nombre de personnes exposées à ce risque ait fortement diminué depuis 2015 - année où l'ensemble de la population était concerné pour un scénario d'exposition réaliste - un risque persiste pour une partie des habitants, notamment dans les scénarios les plus défavorables (majorants).

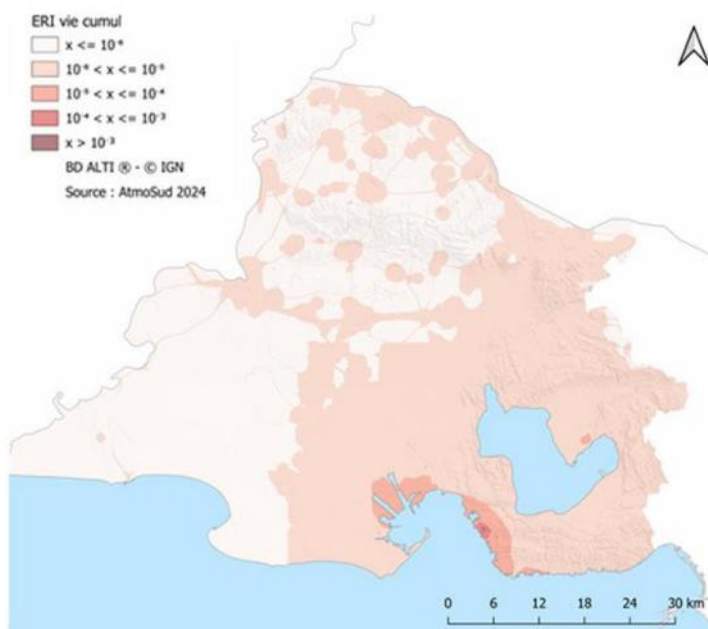


Figure 24 : Carte de l'excès de risques individuel (ERI) cumulé pour le scénario majorant : Adulte Riverain vie entière (Source AtmoSud)

4.2.2.1.3 Surveillance régionale AtmoSud

La surveillance de la qualité de l'air sur la zone d'étude est assurée par l'association AtmoSud. Cette association est l'Association Agréée par le ministère en charge de l'Environnement pour la Surveillance de la Qualité de l'Air de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (AASQA), membre de la Fédération ATMO France.

Les stations de mesure fixes les plus proches de la zone d'étude sont les stations de Fos Terminal Conteneur, Fos - Les Carabins, Fos Hauteure et Port Saint-Louis implantées respectivement à environ 4 km à l'ouest, 7,5 km à l'est, 6,9 km au sud-est et 6,2 km au sud-ouest du site Marcegaglia.



Figure 25 : Localisation des stations fixes autour du site d'étude

Les tableaux suivants indiquent les résultats de mesure de la qualité de l'air sur ces stations au cours des dernières années.

Station Fos - Les Carabins :

Polluant	Unités	2022	2023	2024	2025	Valeur de référence Française
Dioxydes de soufres (SO ₂)	µg-m ³	1,1	0,8	1,7	1	Objectif de qualité en moyenne annuelle = 50 µg/m ³
PM _{2,5}	µg-m ³	10	10,2	9,1	8,6	Valeur annuelle limite pour la protection de la santé humaine = 25 µg/m ³
Arsenic (As) dans les PM ₁₀	ng-m ³	0,52	0,44	0,42	/	Valeur cible en moyenne annuelle = 6 ng/m ³

Polluant	Unités	2022	2023	2024	2025	Valeur de référence Française
Cadmium (Cd) dans les PM ₁₀	ng-m ³	0,07	0,07	0,06	/	Valeur cible en moyenne annuelle = 5 ng/m ³
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	ng-m ³	1,4	0,97	0,83	/	Valeur cible en moyenne annuelle = 20 ng/m ³
Plomb (Pb) dans les PM ₁₀	ng-m ³	3,4	3,0	2,8	/	Valeur annuelle limite pour la protection de la santé humaine = 40 µg/m ³
Benzène	µg-m ³	1	0,78	0,46	0,52	Valeur annuelle limite pour la protection de la santé humaine = 5 µg/m ³

Station Fos Hauteure

Polluant	Unités	2022	2023	2024	2025	Valeur de référence Française
Dioxydes de soufres (SO ₂)	µg-m ³	3,6	3,4	2,6	3,8	Objectif de qualité en moyenne annuelle = 50 µg/m ³

Station Port-Saint-Louis

Polluant	Unités	2022	2023	2024	2025	Valeur de référence Française
PM ₁₀	µg-m ³	20,3	17,5	/	/	Valeur annuelle limite pour la protection de la santé humaine = 40 µg/m ³

Station Fos Terminal Conteneur

Polluant	Unités	2022	2023	2024	2025	Valeur de référence Française
Benzène	µg-m ³	/	/	/	0,39	Valeur annuelle limite pour la protection de la santé humaine = 5 µg/m ³

Toutes les mesures effectuées sur les stations à proximité du site montrent des valeurs conformes aux objectifs de qualité de l'air.

Cartographies ATMO SUD

Les cartes ci-dessous sont issues de la base de données de l'association Atmo SUD. Il s'agit de cartes issues de modélisation.

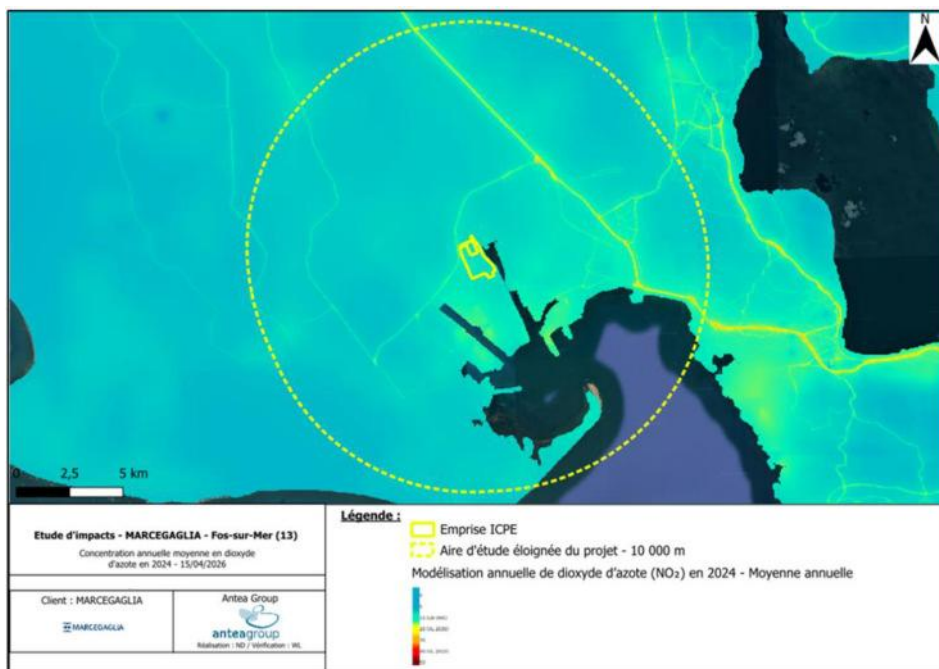


Figure 26 : NO₂ – Moyenne annuelle 2024 en µg/m³

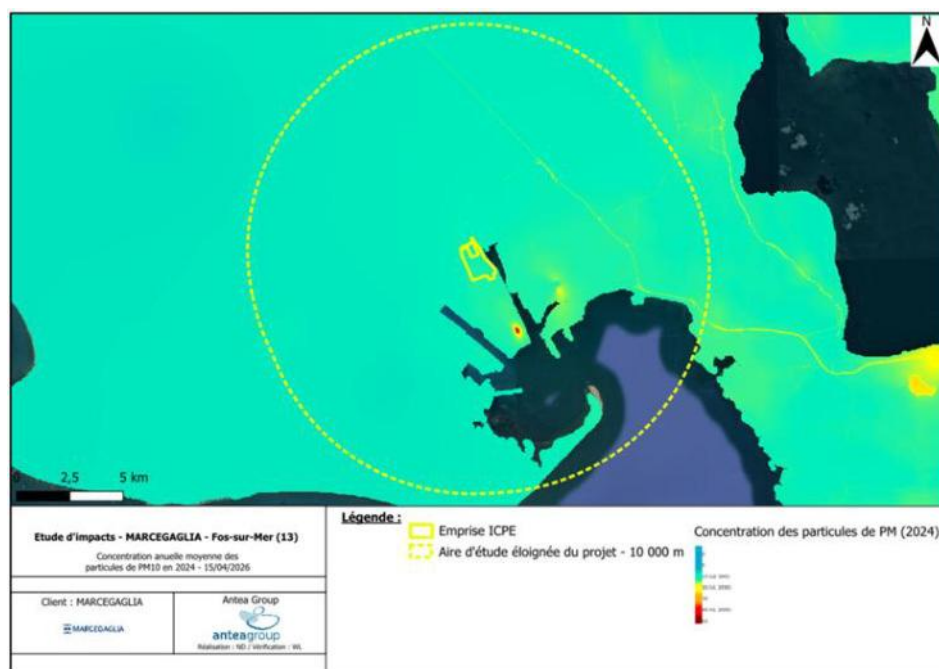


Figure 27 : PM – Moyenne annuelle 2024 en µg/m³

4.2.2.2 Campagnes de mesures dans l'environnement du site

Une station de mesures temporaire AtmoSud a été implantée sur le secteur du Môle Central du 14 septembre 2023 au 11 janvier 2024 (Point orange « ZIP MAMP » figure ci-dessous).

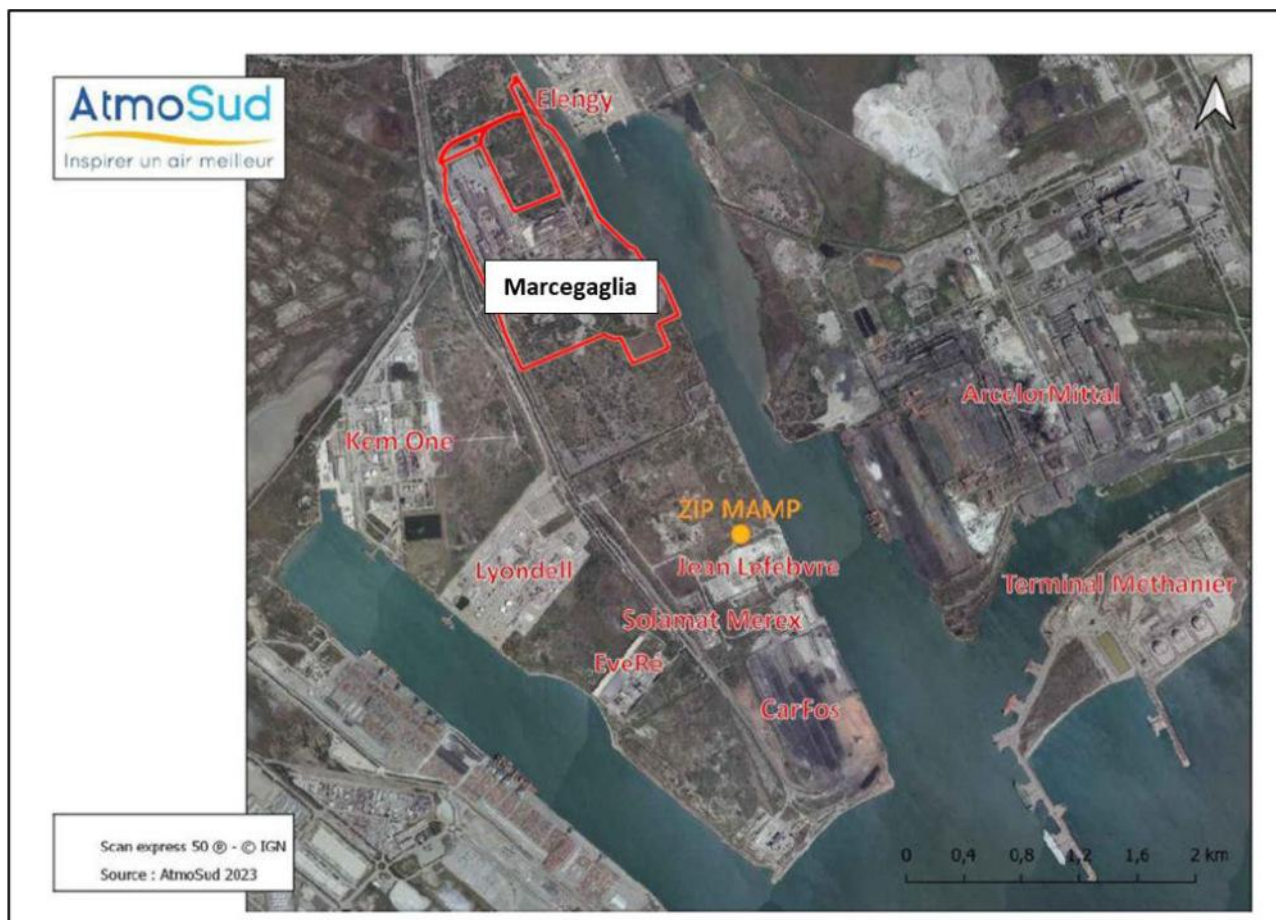


Figure 28 : Emplacement du site de mesures temporaires et des activités industrielles proches

Les substances ayant fait l'objet d'une surveillance étaient :

- Les particules PM₁₀ et PM_{2,5} ;
- Les oxydes d'azote NO₂, NO et NO_x ;
- Le dioxyde de soufre SO₂ ;
- Les paramètres météorologiques : direction et vitesse de vent, température.

De plus, des mesures de benzène par tubes à diffusion passive ont été ajoutées à la station en novembre et décembre.

La station mobile a été installée en bordure du périmètre de la station multimodale de traitement des granulats de l'entreprise Jean-Lefèvre.

Le tableau ci-dessous rassemble les principaux résultats des concentrations de polluants atmosphériques de la campagne de mesures et les différentes valeurs de gestion de référence.

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sauf mention contraire)	NO ₂	NO	NO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂
Moyenne du 14/09/2023 au 11/01/2024	10	2	12	7	20	0
Estimation de moyenne annuelle 2023	9	2	11	7	20-23	0
Ligne directrice OMS annuelle	10			5	15	
Future Valeur Limite 2030 annuelle	20		30*	10	20	20

Figure 29 : principaux résultats de mesures du 14/09/23 au 11/01/24 (environ 4 mois)

**Niveau critique pour la protection de la végétation*

Les concentrations de NO₂ sont proches des Lignes directrices OMS mais inférieures aux valeurs réglementaires prévues pour 2030.

Les concentrations de PM_{2,5} sont supérieures aux lignes directrices OMS, comme la quasi-totalité de la région. Ces valeurs sont inférieures aux valeurs réglementaires prévues pour 2030.

La moyenne annuelle en PM₁₀ sur le site de l'aire d'étude immédiate se situe probablement entre 20 et 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles dépassent les recommandations de l'OMS et peuvent également ne pas respecter les nouvelles directives européennes de 2030.

Les concentrations de SO₂ sont largement inférieures aux valeurs de référence.

Des mesures de benzène sont réalisées depuis 2005, dans le quartier des Carabins et au niveau des sources industrielles émettrices, et en complément de ces informations, une campagne de mesures du benzène par tube à diffusion passive au droit de la zone du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) a été menée entre novembre et décembre 2023.

Les mesures de concentrations en benzène réalisées en 2023 au niveau du GPMM sont inférieures à celles mesurées sur les 4 sites historiques sur la même période.

Tableau 10 : Résultat des mesures du benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Benzène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GPMM	Elengy 2	Clotûre Arcelor	Restaurant Cavaou	Fos Carabins
06/11/23 au 13/11/23	0,80	3,02	2,18	2,23	1,29
21/12/23 au 28/12/23	0,77	3,86	1,80	2,04	1,35
Année 2022	/	3,51	2,22	1,43	1,11

Les concentrations annuelles en benzène sur ces sites respectent la valeur réglementaire fixée à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2.3 Mesures dans les sols

4.2.3.1 Localisation des investigations

Des prélèvements de sols de surface (5 premiers cm) ont été réalisés en 2021 et 2022 sur trois secteurs : S1, S2 et S3, ce dernier secteur étant défini comme le témoin. La localisation de ces secteurs de prélèvement est présentée sur la figure suivante. Depuis 2022, aucune autre campagne n'a été effectuée.

Ces 3 points n'ont pas été positionnés sur des usages réels mais sur une zone d'impact maximal, toutefois les calculs ci-dessous restent valides pour les usages au droit des cibles résidentielles.



Figure 30 : Localisation des secteurs de prélèvement de sols (Campagnes 2020-2022)

Le secteur S1, le plus proche du site, se situe à environ 200 m à l'ouest des limites de celui-ci. Le secteur S2 se situe, quant à lui, à environ 1 km au sud. Ces deux secteurs ont été retenus comme des zones d'exposition et de dépôt maximaux. Le secteur S3, utilisé comme témoin de l'environnement local, se trouve à environ 2 km au nord du site.

4.2.3.2 Méthode de mesure

Les prélèvements unitaires de sol ont été réalisés à l'aide d'une pelle manuelle en inox sur les 5 premiers cm des sols, puis tamisés avec un tamis inox à maille de 2 mm. Pour chaque secteur, les échantillons moyens ont été préparés par quartage manuel afin de garantir la représentativité des teneurs moyennes.

Les paramètres suivis sont les suivants :

- Dioxines et furanes : PCDD/F (17 congénères), uniquement pour la campagne de 2021 ;
- 15 métaux : antimoine, arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, étain, mercure, manganèse, nickel, plomb, vanadium, sélénium, tellure et zinc.

Les campagnes de prélèvement des sols superficiels ont eu lieu aux dates suivantes :

- Le 14 octobre 2021
- Le 12 octobre 2022

4.3 Evaluation de la compatibilité des milieux

L'interprétation de l'état des milieux (IEM) est réalisée dans le présent rapport suivant les recommandations méthodologiques du guide « La démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux » du Ministère en charge de l'environnement version 0 mis en application le 08/02/07.

L'interprétation des mesures réalisées repose donc sur une comparaison successive à :

- **l'état naturel de l'environnement**, celui-ci se composant d'un bruit de fond « naturel » et d'un bruit de fond anthropique lié à l'activité humaine non spécifique au site
L'Observation de l'évolution des concentrations mesurées peut également permettre de déterminer l'impact ou non du site sur son environnement,
- **les valeurs de référence** pour la gestion pertinente des milieux.

Lorsque la comparaison à l'état des milieux naturels montre une dégradation des milieux et que les valeurs de gestion ne sont pas disponibles, la question de savoir dans quelle mesure cet état dégradé des milieux peut compromettre ou non son usage se pose.

Dans ce cas, l'interprétation repose sur la réalisation d'un calcul d'EQRS (évaluation quantitative des risques sanitaires) tel que décrit dans le guide du Ministère chargé de l'environnement avec une grille de calcul et une interprétation des résultats spécifique.

4.3.1 Evaluation de la dégradation attribuable à l'installation

Si l'installation étudiée est en exploitation et que ses émissions sont maîtrisées, l'interprétation des résultats de mesures dans l'environnement peut permettre de déterminer si ses émissions (passées et présentes) ont un impact significatif sur les teneurs de polluants dans les milieux.

4.3.1.1 Milieux air

Pour le milieu air, le suivi environnemental se fait à travers un large réseau de mesures en continu effectuées par les 5 stations fixes d'Atmosud et présenté en Figure 25. A ce stade de l'IEM, il ne peut être déduit une dégradation du milieu. L'évaluation de la compatibilité des milieux est traitée à l'étape suivante via la comparaison des mesures maximales avec les valeurs réglementaires.

4.3.1.2 Milieu « sols »

En plus de la comparaison à l'environnement local témoin (S3), les concentrations mesurées sont également comparées aux valeurs typiques nationales. Le programme « Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces » ASPITET a été développé par l'INRA dans le but de fournir des références sur les teneurs totales en éléments traces métalliques mesurées dans divers sols français de zones rurales. La commune de Fos-sur-Mer n'est pas connue comme une zone d'anomalie naturelle. Les tableaux ci-dessous présentent les résultats.

Tableau 11 : Valeurs de fond géochimique national "Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France)" du programme ASPITET de l'INRA

Métaux	Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Arsenic	1 à 25	30 à 60	60 à 284
Cadmium	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3
Chrome	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
Cuivre	2 à 20	20 à 62	65 à 160
Mercure	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-
Plomb	9 à 50	60 à 90	100 à 10 180
Nickel	2 à 60	60 à 130	130 à 2 076
Zinc	10 à 100	100 à 250	250 à 11 426

Pour les PCDD/F, les résultats peuvent être comparés aux gammes de teneurs proposées par le BRGM (BRGM, 2013⁴) en 2013 comme étant représentatives de 4 types de situations :

- < 2 ng TEQ OMS 98/kg MS (matière sèche), incluant l'ensemble des données de sols ruraux et quelques sols urbains ;
- 2 à 8 ng TEQ OMS 98/kg MS, incluant des données de sols urbains et de sols sous influence industrielle ;
- **8 à 17 ng TEQ OMS 98/kg MS, incluant des données de sols sous influence industrielle ;**
- > 17 ng TEQ OMS 98/kg MS, incluant des données de sols sous influence industrielle, dont spécifiquement les sols d'une ancienne parcelle agricole exposée à des retombées.

Au vu de l'environnement de Marcegaglia, il a été retenu la 3^e situation.

Les résultats obtenus lors des deux campagnes de mesures sont reportés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Comparaison des résultats aux valeurs de référence (mg/kg Matières Sèches)

Substances	Unité	Année	S1	S2	S3 (Témoin)	Valeur de référence des « sols ordinaires »
Mercure (Hg)	mg/kg MS	2021	<0,05	0,3	<0,05	0,02 à 0,1
		2022	<0,05	<0,05	<0,05	
Antimoine (Sb)		2021	<0,05	<0,05	<0,05	/
		2022	<3,0	<3,0	<3,0	
Arsenic (As)		2021	5,7	8,3	6,7	1 à 25
		2022	6,6	6,9	6,5	
Plomb (Pb)		2021	14	35	9,0	9 à 50

⁴ Source : BRGM, Bases de données existantes relatives à la qualité des sols : contenu et utilisation dans le cadre de la gestion des sols pollués, avril 2008. <http://www7.inra.fr/lecourrier/assets/C39Baize.pdf>

Substances	Unité	Année	S1	S2	S3 (Témoin)	Valeur de référence des « sols ordinaires »
		2022	20	31	9,6	
Cadmium (Cd)		2021	<0,4	0,99	<0,4	0,05 à 0,45
		2022	0,28	0,41	0,13	
Chrome (Cr)		2021	39	64	16	10 à 90
		2022	40	50	17	
Cobalt (Co)		2021	4,2	6,2	3,9	/
		2022	6,0	6,2	4,9	
Cuivre (Cu)		2021	26	31	5,9	2 à 20
		2022	23	14	6,9	
Manganèse (Mn)		2021	550	530	380	/
		2022	620	530	450	
Nickel (Ni)		2021	18	22	12	2 à 60
		2022	27	49	17	
Sélénium (Se)		2021	<10	<10	<10	/
		2022	<5,0	<5,0	<5,0	
Tellurium (Te)		2021	<5,0	<5,0	<5,0	/
		2022	<5,0	<5,0	<5,0	
Vanadium (V)		2021	21	30	11	/
		2022	21	24	15	
Zinc (Zn)		2021	87	250	39	10 à 100
		2022	110	220	50	
Étain (Sn)		2021	<5,0	<5,0	<5,0	/
		2022	<5,0	<5,0	<5,0	
Somme des Dibenzodioxines polychlorés (PCDD) tetra-octa	ng/kg MS	2021	/	/	/	8 à 17
Somme des Dibenzofuranes polychlorés (PCDF) tetra-octa		2021	/	75	/	

Valeurs en gras : supérieur à la valeur au point témoin.

Les valeurs précédées du sigle « < » sont inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée). Le signe / signifie que le composé n'a pas été quantifié.

Les différences observées entre les valeurs mesurées aux points impactés retenus et l'environnement local témoin sont évaluées au regard de l'incertitude de la méthode de mesure utilisée (principalement l'analyse) ; Pour déterminer si un point de mesure est impacté par l'installation, on retiendra la préconisation du guide INERIS qui indique que « La différence entre deux valeurs mesurées pourra être considérée comme significative lorsqu'elle sera supérieure à l'incertitude élargie de la chaîne de mesure ($U=2xu$) ».

Eléments traces métalliques

1. Comparaison des concentrations mesurées aux points témoins locaux :

→ Pour la Campagne de 2021 :

Pour le point S1, les valeurs mesurées sont globalement du même ordre de grandeur ou inférieures que celles mesurées au niveau du point témoin S3 ; excepté en Chrome, Cuivre, Manganèse, Vanadium et Zinc qui présentent des teneurs supérieures de 2 à 3 fois les valeurs de S3.

On observe des valeurs jusqu' à 2 fois supérieures au témoin sur le point S2 en Plomb, Chrome, Cuivre, Vanadium et Zinc. Le point S2 est placé sous les vents dominants mais il n'est pas le plus proche de l'usine.

→ Pour la campagne de 2022 :

Le point S2 présente le plus de maximas à l'exception du Cuivre et du Manganèse où c'est le point S1 qui présente les maximas.

Le point S1 présentent des concentrations moyennes à faibles, globalement du même ordre de grandeur que le point témoin S3.

Toutes les mesures aux points S1 et S2 sont supérieures au témoin S3. Il y a une absence de quantification pour l'Antimoine, le Sélénium, le Tellurium et l'Etain.

2. Comparaison des concentrations mesurées aux valeurs de référence disponibles :

La plupart des concentrations mesurées dans les sols se situent dans les gammes de valeurs « ordinaires », sauf pour le mercure (Hg) au point S1 en 2021 (max à 0,3 mg/kg MS), le cadmium (Cd) au point S2 en 2021 (max à 0,99 mg/kg MS), et pour le Cuivre (max à 31 mg/kg MS) et le Zinc (max à 250 mg/kg MS) pour lequel certaines valeurs sont jusqu'à 2 fois plus élevées que la borne supérieure de cette gamme.

Les concentrations varient peu entre les emplacements et ne montrent pas de corrélation avec la distance au site Marcegaglia. Néanmoins le vent semble influencer les concentrations mesurées, le point 2 étant plus exposé que le point 1.

3. Observation de l'évolution des concentrations mesurées :

L'évolution des concentrations entre 2021 et 2022, quel que soit le point de mesure, ne fait pas apparaître de réelle tendance.

Au regard de cette analyse, un impact du site sur la qualité des sols en Mercure, Cadmium, Cuivre et en Zinc ne peut être écarté. Ces dépassements des valeurs de comparaison indiquent une contamination anthropique, mais pas forcément une préoccupation sanitaire.

PCDD/F

1. Comparaison des concentrations mesurées au point témoin local :
 - On observe durant la campagne 2021 l'absence de quantification de Dibenzodioxines polychlorés pour l'ensemble des points de mesures.
 - Les teneurs en S1 (le plus proche et au sein du panache de déposition le plus important) sont identiques au témoin S3 et sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire ou correspondent aux minimales observées ;
 - Le point S2, présente l'ensemble des teneurs maximales et supérieures au témoin S3.
2. Comparaison des concentrations mesurées aux valeurs de référence disponibles :

Les concentrations mesurées en PCDF sont supérieures aux valeurs de référence.

Au regard de cette analyse, un impact du site sur la qualité des sols en PCDD/F ne peut être écartée.

4.3.2 Comparaison aux valeurs réglementaires/valeurs de gestion

4.3.2.1 Milieu « air »

Pour le milieu « air », si un impact est constaté pour une substance, alors la concentration de ce composé est comparée à des valeurs de gestion correspondant à la matrice investiguée. Les teneurs des composés pour lesquels une dégradation a été mise en évidence doivent donc être mises en perspective avec les valeurs réglementaires disponibles issues de l'article R221-1 du code de l'environnement pour l'air extérieur.

D'après le chapitre 4.2.2.1, toutes les mesures effectuées sur les stations à proximité du site et via les programmes SCENARII 1 et 2, montrent des concentrations qui respectent les valeurs réglementaires et objectifs de la qualité de l'air pour les composés qui en disposent à savoir les PM₁₀, les PM_{2,5}, le SO₂, les NO₂, le benzène, le plomb, le nickel, le cadmium et l'arsenic.

D'après le programme POLIS présenté au chapitre 4.2.2.1, le mercure et le chrome VI ont des concentrations respectives maximales de 0,15 ng/m³ et 6 ng/m³. **Il n'existe aucune valeur réglementaire pour l'air sur ces composés, le risque en Cr VI et Hg sera évalué au regard des résultats des calculs de risques sanitaires dans le chapitre 4.3.3.**

L'acide chlorhydrique (HCl), le cobalt (Co), le chrome III (Cr III), le cuivre (Cu), le manganèse (Mn), le vanadium (V), l'étain (Se), l'antimoine (Sb), le zinc (Zn) et les dioxines et furanes (PCDD/F) n'ont pas été mesurés dans l'air atmosphérique lors de cette IEM, mais au vu des concentrations modélisées et de leur faible contribution en termes de déterminant du risque, cela reste sans conséquence sur les conclusions de l'étude.

Ces paramètres particuliers sont mesurés et traités dans la partie ingestion de sol.

4.3.2.1 Milieu « sol »

Pour le milieu « sol », il n'existe pas de valeur réglementaire. Les concentrations peuvent être comparées aux valeurs de gestion définies par le HCSP (Haut Conseil de Santé Publique).

Tableau 13 : Valeurs de gestion du Haut Conseil de la Santé Publique (seuils Publiés au BO Santé 2023/19 du 16 octobre 2023)

	Usages considérés par le HCSP	Voies d'exposition considérées par le HCSP	Cibles considérées par le HCSP	Seuil de vigilance mg/kg MS	Seuil d'action rapide ou d'alerte mg/kg MS
Cadmium	Etablissement sensibles (écoles, crèches, ...), Parc et aire de jeux. Résidentiel sans potager	Ingestion de sol inhalation de poussières	Population générale enfant et adultes	15	
	Résidentiel avec potager	Ingestion de sol + végétaux (autoconsommation de 50%) inhalation de poussières	Enfant < 7ans	1	5
			Enfant > 7ans et adultes		10
	Culture urbaine et agriculture	Ingestion de sol + végétaux (autoconsommation de 100%) inhalation de poussières	Enfant < 7ans	0,5	2
			Enfant > 7ans et adultes		10
Mercure	Etablissement sensibles (écoles, crèches, ...), Parc et aire de jeux. Résidentiel sans potager	ingestion de sol inhalation de poussières	population générale enfant et adultes	1	5
	Résidentiel avec potager				
	Culture urbaine et agriculture	ingestion de sol + végétaux (autoconsommation de 100%) inhalation de poussières	population générale enfant et adultes	0,5	3
	Tous les usages en intérieur	inhalation de vapeur en intérieur	population générale enfant et adultes	1	

Pour le cadmium, au regard de ces valeurs de gestion, le seuil de vigilance de 0,5 mg/kg MS attribué aux cultures urbaines et à l'agriculture en ingestion de sol est dépassé. Le seuil d'action rapide ou d'alerte reste bien respecté si l'on prend la valeur maximale mesurée de 0,99 mg/kg au point S2 durant la campagne 2021.

Pour le mercure, au regard de ces valeurs de gestion, le seuil de vigilance de 0,5 mg/kg MS attribué aux cultures urbaines et à l'agriculture en ingestion de sol n'est pas dépassé si on prend la valeur maximale mesurée de 0,3 mg/kg au point S2 durant la campagne 2021.

Aucune valeur de gestion n'est disponible pour le cuivre, le zinc et les PCDD/F. **L'impact de ces dépassements pourra être apprécié au regard des résultats des calculs de risques dans le chapitre 4.3.3.**

4.3.3 Calcul d'interprétation de l'état des milieux

Au regard de l'analyse précédente, les substances et concentrations retenues pour un calcul de risque partiel sont présentées dans le tableau suivant. Il s'agit des valeurs maximales mesurées dans l'air et les sols. Dans une approche majorante, les concentrations maximales mesurées ont été retenues.

Le scénario étudié correspond à l'inhalation d'air et l'ingestion de sol.

Tableau 14 : Concentrations pour les substances traceur du risque retenues dans l'air et le sol pour les calculs d'IEM

Voie inhalation air	
Substance	Teneur retenue (µg/m³)
Mercure inorganique	2E-07
Chrome VI	6E-06
Voie ingestion sol	
Substance	Teneur retenue (mg/kg MS)
Cuivre	31 au point S2 en 2021
Zinc	250 au point S2 en 2021
PCDD/F	7,5E-05 au point S2 en 2021

4.3.3.1.1 Paramètres d'exposition humaine

Les différents paramètres d'exposition et de calcul sont présentés ci-dessous.

Concernant les quantités d'air inhalées, il a été pris comme hypothèse majorante d'attribuer la même concentration d'air inhalée pour le milieu intérieur que le milieu extérieur.

Tableau 15 : Paramètres d'exposition retenus pour un scénario d'habitation (inhalation)

Paramètres	ADULTES	ENFANTS
Voie d'exposition	Inhalation	
Fréquence d'exposition (jours /an)	365	365
Durée d'exposition (an)	30	6
Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition	70	70
Temps journalier passé à l'intérieur (h)	20	19
Temps journalier passé à l'extérieur – jardin de l'habitation (h)	3	3

Ces paramètres ont été retenus sur la base des données nationales extraites de CIBLEX . Il est estimé dans ces calculs qu'un adulte va passer 23h de son temps à son domicile avec 1h à l'extérieur quand un enfant en passera 22h et 2h à l'extérieur. Pour ce calcul de risques, il a également été considéré une même concentration à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Concernant les quantités de sol ingérées, les valeurs sont issues du guide de l'INERIS et de l'InVS « Quantités de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants : état des connaissances et propositions » publié en 2012.

Tableau 16 : Paramètres d'exposition retenus pour un scénario d'habitation (ingestion)

Paramètres	ADULTES	ENFANTS
Voie d'exposition	Ingestion de sol	
Fréquence d'exposition (jours /an)	365	365
Durée d'exposition (an)	30	6
Quantité de sol ingéré (kg/j)	5,00E-05	9,10E-05
Poids (kg)	70	15

4.3.3.1.2 Résultats des calculs de risques

Les tableaux ci-dessous présentent le détail des calculs de risques.

Cste	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR		QD	ERI
							VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)		
Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jours d'exposition	Période de temps sur laquelle est moyennée	µg/m³	(µg/m³)⁻¹	-	-
µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	année	µg/m³	(µg/m³)⁻¹	-	-
Paramètres du scénario	Enfant Résident			19	3	6	365	70		
Substances testées										
7439976	mercure inorganique	2E-07	2E-07	19	3	6	365	70	0,3	-
18540299	CHROME VI	6E-06	6E-06	19	3	6	365	70	0,0	1,1E-02
Paramètres du scénario	Adulte Résident			20	3	30	365	70		
Substances testées										
7439976	mercure inorganique	2E-07	2E-07	20	3	30	365	70	0,3	-
18540299	CHROME VI	6E-06	6E-06	20	3	30	365	70	0,0	1,1E-02

Figure 31 : Grille de calcul IEM pour l'inhalation enfant puis adulte Résident

Ces paramètres du scénario ne doivent pas être utilisés pour fixer des objectifs de réhabilitation	Type d'individus concernés.	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	VTR		QD	ERI
		Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Fréquence d'exposition (nombre de jours par semaine)	Poids corporel de l'individu	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de danger :	Excès de risque individuel :
		mg/kg	mg/j	année	jour	kg	année	mg/kg/j	(mg/kg/j) ⁻¹	-	-
Paramètres du scénario	Résident enfant (valeur haute)		20	6	365	15	70				
Substance testée											
7440508	cuivre	31						1,5E-01	-	0,00	-
7440666	zinc	250						3,0E-01	-	0,01	-
1746016	Dioxines et furanes (équivalent 2,3,7,8 TCDD)	7,5E-05						7,0E-10	nr	0,65	-
Paramètres du scénario	Résident adulte (valeur haute)		10	30	365	70	70				
Substance testée											
7440508	cuivre	31						1,5E-01	-	0,00	-
7440666	zinc	250						3,0E-01	-	0,00	-
1746016	Dioxines et furanes (équivalent 2,3,7,8 TCDD)	7,5E-05						7,0E-10	nr	0,08	-

Figure 32 : Grille de calcul IEM pour l'ingestion de sols enfant puis adulte

Les résultats de calculs des risques sont interprétés selon le guide de l'INERIS 2021 à travers notamment le tableau suivant.

Tableau 17 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM dans les études relatives à des ICPE en projet ou existants (INERIS)

Comparaison aux valeurs de gestion	OU	Quantification des risques « grille IEM » (en l'absence de valeurs de gestion)	Interprétation
Concentrations mesurées < valeurs de gestion		QD : < 0,2 ERI : < 10 ⁻⁶	L'état des milieux est compatible avec les usages
Incertitude sur la comparaison*		QD : entre 0,2 et 5 ERI : entre 10 ⁻⁶ et 10 ⁻⁴	Milieu vulnérable ⁵⁰ Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
Concentrations mesurées > valeurs de gestion		QD : > 5 ERI : > 10 ⁻⁴	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages
* Comparaison incertaine du fait d'incertitudes analytiques, d'un manque de représentativité des mesures, d'une évolution possible dans le futur... (voir §3.5.3 « Vulnérabilité des milieux ou incertitudes conduisant à une réflexion approfondie avant prise de décision ») et la Question 16 : « Quels sont les critères et les points de vigilance à respecter dans la comparaison des résultats de mesures ? »).			

Les résultats de ces calculs de risques présentent des seuils respectés en inhalation pour le chrome VI et le mercure sur l'enfant comme l'adulte. Il en est de même pour le calcul des risques par ingestion sur le cuivre et le zinc. Pour ces composés, il y a donc compatibilité des milieux avec les usages.

Les résultats des calculs pour l'ingestion en dioxine sur l'enfant uniquement présentent un QD > 0,2 et témoigne alors d'un milieu vulnérable. Toutefois, il est rappelé que la concentration maximale mesurée retenue est prise sur un point S2 localisée sur une exposition majorante sans usage réel (secteur industriel non associé à la présence d'enfant ni à de l'ingestion de sol). Ce milieu est dit vulnérable en QD lorsque sa valeur est entre 0,2 et 5. La valeur obtenue dans ce cas de figure (0,65) tend vers la borne inférieure. La modélisation des dioxines dans le chapitre 5 « Evaluation des risques sanitaires » apportera des éléments complémentaires sur l'impact de ces substances sur la santé.

4.4 Conclusion IEM

Cette étude répond aux préconisations de la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation. Sur la base d'hypothèses pénalisantes, un choix raisonné a été réalisé afin d'identifier les substances dites traceurs du site pour l'exposition par **inhalation et par ingestion de sol**.

Ce qu'il faut retenir

Milieu AIR

Les concentrations mesurées en PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, benzène, plomb, nickel, cadmium et en arsenic, en dehors du site Marcegaglia restent toutes inférieures aux valeurs réglementaires.

L'état du milieu « air » est donc compatible avec les usages pour ces composés. L'état du milieu est également compatible avec les usages identifiés pour l'ensemble des autres traceurs mesurés tels que le mercure et le chrome VI.

Milieu SOL

Les niveaux mesurés pour les dioxines et furanes PCDD/F conduisent à une incertitude quant à la compatibilité des milieux avec les usages pour un seul point (S2) sous influence du site. Toutefois, il est rappelé que la concentration maximale mesurée retenue est prise sur un point S2 localisée sur une exposition majorante sans usage réel (secteur industriel non associé à la présence d'enfant ni à de l'ingestion de sol)

L'état des milieux est compatible avec les usages identifiés pour les autres traceurs mesurés

Pour rappel, les mesures sont réalisées sur des milieux intégrateurs de la pollution de l'ensemble des sources de la zone industrielle de Fos-sur-Mer et pas uniquement du site Marcegaglia.

5 Evaluation des risques sanitaires

L'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) est une démarche visant à décrire et quantifier les risques sanitaires consécutifs à l'exposition de personnes à des substances toxiques. Elle s'applique depuis 2000 à l'analyse des effets potentiels liés à la toxicité des substances chimiques émises par les ICPE dans leur environnement. Elle est décrite dans le guide méthodologique de l'INERIS (2003) reprise dans la version de 2013) intitulé « Substances chimiques – évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées ».

Les 4 étapes fondamentales de l'évaluation quantitative des risques sanitaires ont été identifiées par le National Research Council (NRC) en 1983 :

- L'identification des dangers
- L'évaluation des relations dose-réponse
- L'évaluation de l'exposition
- La caractérisation du risque

5.1 Généralités sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

Cette étape concerne, d'une part, la description des symptômes pouvant être observés suite à une exposition à long terme et d'autre part, le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR). Elles seront recherchées dans la littérature scientifique.

On distingue deux types d'effets : les effets à seuil (ou systémiques) et les effets sans seuil (correspondant aux effets cancérogènes génotoxiques). La terminologie varie selon les organismes produisant ces différentes VTR.

Effets à seuil

La DJT (Dose Journalière Tolérable) est exprimée en milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour pour la voie d'ingestion et en milligramme (ou microgramme) par mètre cube pour l'inhalation. **C'est une estimation de l'exposition journalière d'une population humaine (y compris les sous-groupes sensibles : enfants, personnes présentant des maladies, personnes âgées...) qui, vraisemblablement, ne présente pas de risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière.**

Effets sans seuil

L'ERU (Excès de Risque Unitaire) est la pente de la droite qui relie la probabilité d'effets à la dose toxique, pour des valeurs faibles de la dose. Il s'agit d'une hypothèse linéaire permettant de calculer la probabilité au-delà du domaine des doses réellement expérimentées. **C'est une estimation haute du risque d'apparition d'un cancer par unité de dose liée à une exposition de vie entière applicable à tous les individus d'une population qu'ils appartiennent ou non à un groupe sensible.** Cette valeur est appelée « slope factor » ou « unit risk » par les Anglo-saxons. Un ERU s'exprime en inverse de dose soit en (milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour)⁻¹ pour la voie d'ingestion et en (milligramme par mètre cube)⁻¹ pour la voie d'inhalation.

Remarque : Les valeurs toxicologiques de référence utilisées sont calculées notamment à partir de facteur d'incertitude afin de couvrir la variabilité intra-individuelle humaine. Les populations sensibles, décrites au

niveau du paragraphe sur les cibles, sont donc incluses dans les résultats de la présente étude. Les VTR sont fonctions des effets, des voies d'exposition et des traceurs de risque retenus.

5.2 Choix des valeurs toxicologiques de référence

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectuée conformément aux prescriptions établies par la Circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 en date du 31 octobre 2014, cosignée par la DGS et la DGPR, relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

Les VTR sont recherchées parmi les 8 bases de données nationales et internationales suivantes : Anses[1], USEPA[2], ATSDR[3], OMS[4]/IPCS[5], Santé Canada, RIVM[6] et de l'OEHHA[7] ou EFSA [8]. La méthodologie proposée par cette circulaire et utilisée dans la présente étude pour la sélection des VTR est décrite dans le schéma ci-dessous.

^[1] Anses : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

^[2] USEPA : United-States Environmental Protection Agency, base de données des Etats-Unis.

^[3] ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry, base de données des Etats-Unis.

^[4] OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

^[5] IPCS : International Program on Chemical Safety

^[6] RIVM: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, base de données des Pays-Bas.

^[7] OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment, base de données de l'état de Californie.

^[8] EFSA : European Food Safety Authority

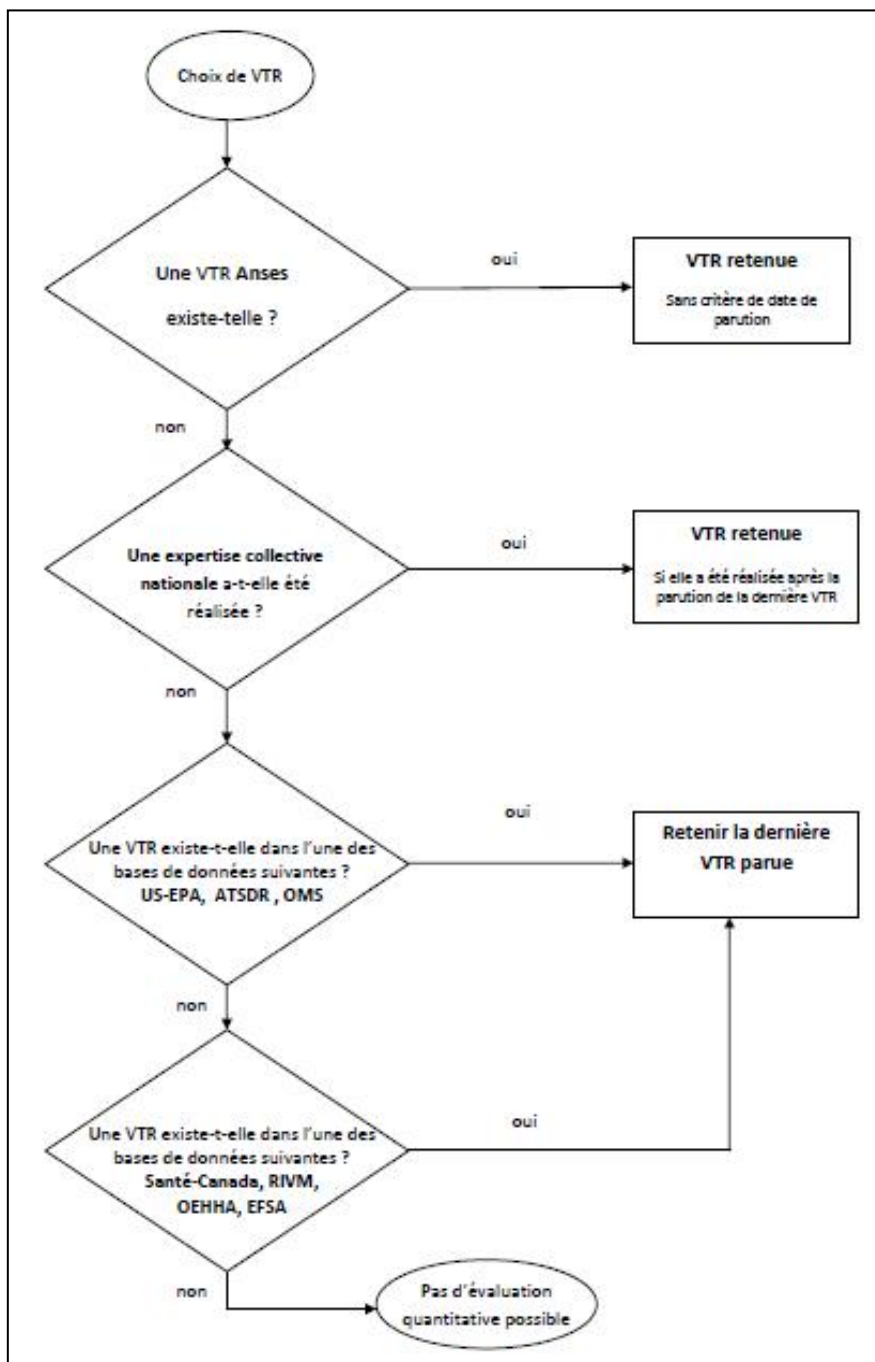


Figure 33 : Méthodologie de choix de VTR

Les VTR retenues pour chaque substance pour les voies « inhalation » et ingestion sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 18 : VTR retenues

Substances	N° CAS	VTR à seuil inhalation (mg/m ³)	Source (Année)	VTR sans seuil inhalation (mg/m ³) ⁻¹	Source (Année)	VTR à seuil ingestion DJT (mg/kg/j)	Source (Année)	VTR sans seuil ingestion DJT (mg/kg/j) ⁻¹	Source (Année)
PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂	7446-09-5	-	-	-	-	-	-	-	-
NO ₂	10102-44-0	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	630-08-0	-	-	-	-	-	-	-	-
HCl	7647-01-0	0,02	US-EPA (1995)	-	-	-	-	-	-
PCDD/F (équivalent 2,3,7,8 TCDD)	1746-01-6	0,00000004	CHOIX INERIS : OEHHHA 2000 (2013)	-	-	7,0E-10	ANSES (2016)	-	-
COV eq Benzène	71-43-2	0,01	ATSDR (2024)	0,0016	ANSES (2024)	-	-	-	-
Cd	7440-43-9	0,0003	ANSES (2012)	-	-	3,5E-04	ANSES (2019)	-	-
Hg	7439-97-6	0,0003	ATSDR (2024)	-	-	5,7E-04	Choix Anses 2016 : EFSA 2012	-	-
TI	7440-28-0	-	-	-	-	-	-	-	-
As	7440-38-2	0,000015	CHOIX INERIS 2010 (OEHHHA 2014)	0,15	ANSES (2012)	6,0E-05	CHOIX INERIS : EPA, 2025	31,7	CHOIX INERIS : US-EPA 2025
Se	7782-49-2	CHOIX INERIS : non retenu valeur transposée voie à voie	-	-	-	5,0E-03	CHOIX INERIS : US EPA 1991	-	-
Te	13494-80-9	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	7440-36-0	0,0003	ATSDR (2019)	-	-	6,0E-03	Choix Anses 2016 : valeur OMS 2003	-	-
Co	7440-48-4	0,0001	ATSDR (2024)	-	-	1,5E-03	Choix Anses 2016 : AFSSA 2010	-	-

Substances	N° CAS	VTR à seuil inhalation (mg/m ³)	Source (Année)	VTR sans seuil inhalation (mg/m ³) ⁻¹	Source (Année)	VTR à seuil ingestion DJT (mg/kg/j)	Source (Année)	VTR sans seuil ingestion DJT (mg/kg/j) ⁻¹	Source (Année)
Cu	7440-50-8	0,001	CHOIX INERIS : RIVM 2001 (2019)	-	-	1,5E-01	CHOIX INERIS : EFSA 2018	-	-
Sn	7440-31-5	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	7439-96-5	0,0003	Choix Anses 2015 : valeur ATSDR 2012	-	-	5,5E-02	ANSES (2018)	-	-
Ni	7440-02-0	0,00023	ANSES (2011)	0,17	ANSES (2011)	1,3E-02	CHOIX INERIS : EFSA 2020	-	-
Zn	7440-66-6	-	-	-	-	3,0E-01	US-EPA (2005)	-	-
V	7440-62-2	0,0001	ATSDR (2012)	-	-	-	-	-	-
Pb	7439-92-1	0,0009	ANSES (2013)	0,012	CHOIX INERIS : OEHHA 2011 (2016)	6,3E-04	ANSES (2013)	0,0085	CHOIX INERIS : OEHHA 2011
Cr III	16065-83-1	0,0001	Choix INERIS (Santé canada, 2021 = ATSDR, 2012)	-	-	5,0E-03	RIVM (2001)	-	-
Cr VI	18540-29-9	0,00003	US-EPA (2024)	11	US-EPA (2024)	9,0E-04	US-EPA (2024)	0,16	US-EPA (2024)

5.3 Caractérisation des expositions

Conformément au guide méthodologique de l'INERIS, nous nous sommes placés dans le cas d'une évaluation du risque sanitaire de premier niveau d'approche, c'est-à-dire, avec des hypothèses majorantes lorsqu'une information reste manquante.

5.3.1 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Pour quantifier l'impact sanitaire des émissions atmosphériques du projet, la première étape concerne l'estimation par modélisation des concentrations de polluants traceurs, issus des rejets atmosphériques du site.

La modélisation de la dispersion atmosphérique a été menée à l'aide du logiciel ADMS (Advanced Air Dispersion Model), développé par Cambridge Environmental Research Consultants Ltd (CERC).

ADMS est un modèle de type pseudo-Gaussien, adapté au calcul des concentrations atmosphériques pour les composés émis par des installations industrielles. Conçu pour répondre aux nouvelles exigences environnementales (dossiers ICPE, mise en place de SME, etc.), il s'impose comme l'outil Européen de référence pour l'évaluation de l'impact et du risque industriel. Il permet la prise en compte, des bâtiments, des fluctuations météorologiques, d'une grande variété de sources d'émissions (cheminée, volume, surface, etc.), dans un même calcul de plusieurs types de sources d'émissions, etc.

Les paramètres d'entrée retenus pour la dispersion atmosphérique sont présentés dans les paragraphes suivants.

5.3.1.1 Zone d'étude

La zone d'étude s'étend sur un carré de 5 km de côté, centrée sur le site. Le système comprend un total de 10 000 mailles. La définition minimale du maillage dans le plan horizontal est donc de 50 x 50 mètres.

En plus de ces 10 000 mailles, les points cibles du Tableau 19 ont été intégrés à la modélisation.

5.3.1.2 Hauteur de rugosité et topographie

Le modèle utilise une hauteur de rugosité, qui traduit le degré de turbulence causé par le passage des vents à travers les structures de surface au sol. La turbulence de surface est plus élevée dans les zones urbaines que dans les zones rurales, en raison de la présence de bâtiments plus nombreux et de plus grande taille, conduisant à un dépôt de polluants à une distance plus courte dans les zones urbaines que dans les zones rurales.

De même, la topographie de la zone d'étude restant marquée, des effets sur les vents et la dispersion des polluants peuvent entraîner des conséquences sur les résultats.

Des fichiers spécifiques décrivant la rugosité et la topographie de la zone d'étude ont été utilisés pour prendre en compte ces aspects de la modélisation.

5.3.1.3 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques du site ont une grande influence sur la dispersion atmosphérique. En effet, la dispersion est conditionnée par des facteurs tels que la vitesse du vent, sa direction et l'intensité des turbulences.

Pour un flux donné, les concentrations dans l'air prédites au niveau de la surface du sol peuvent varier considérablement selon les conditions météorologiques, parfois de plusieurs ordres de grandeur. La concentration maximale dans l'air au-dessus de la surface du sol peut apparaître à un endroit sous certaines conditions météorologiques et à un autre endroit sous d'autres conditions.

Les données météorologiques ont été acquises auprès de Météo France à partir de la station d'Istres situé à 10 km au nord-est du site. Les données sont des données horaires pour la période 2023 à 2025 sur les paramètres température, pluviométrie, nébulosité, humidité relative, vitesse et direction du vent.

La rose des vents établie par le logiciel ADMS pour la période 2023 - 2025 présentée ci-dessous, indique une prédominance des vents provenant des secteurs nord-nord-ouest typique du mistral.

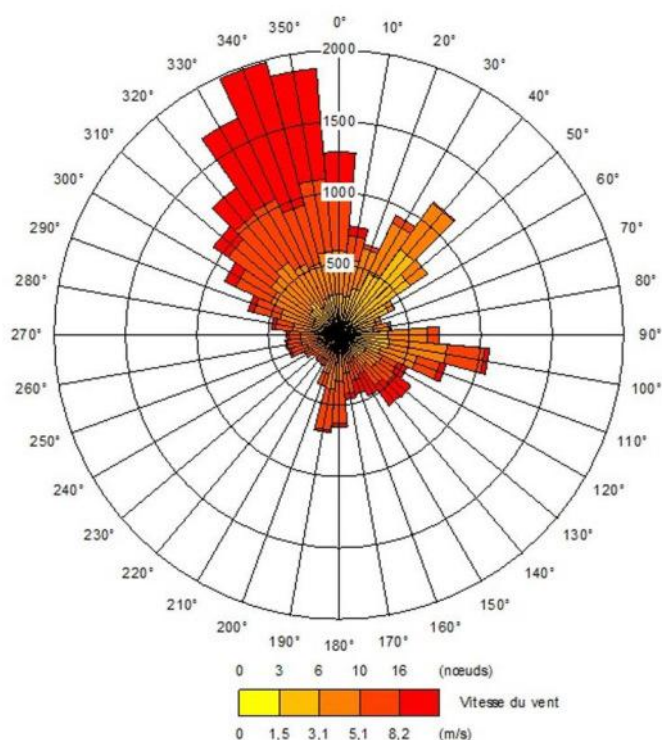


Figure 34 : Rose des vents établie par ADMS (période 2023 - 2025)

5.3.1.4 Emissions atmosphériques

La dispersion atmosphérique est réalisée sur la base des traceurs sélectionnés en sortie des sources retenues.

Le Tableau 2 dans le rapport rassemble les flux d'émission (en kg/an) retenus pour chaque substance au niveau des différentes sources.

5.3.1.5 Cibles retenues

Les récepteurs sélectionnés sont identiques à la précédente ERS réalisée en 2021 avec l'ajout des cibles 15 et 16 respectivement attribuées au site industriel Neocarb et Gravithy. Les cibles professionnelles sont indiquées avec une couleur grise dans la suite du document.

À partir des informations sur l'environnement du projet, les « cibles » situées autour du site et jugées pertinentes sont présentées dans le tableau ci-dessous et localisées sur la figure suivante.

Tableau 19 : Cibles retenues

N°	Dénomination	Coordonnées Lambert 93 X(m) et Y(m)		Usage
1	CENTRE VILLE Port Saint-Louis du Rhône	847037.76	6255883.13	Résidentiel
2	PLAGE NORD Port Saint-Louis du Rhône (zone habitée)	850101.34	6256569.20	Résidentiel
3	MAS DE LA FOSSETTE	852180.50	6267146.12	Résidentiel
4	MAS GONON	851750.56	6265578.47	Résidentiel
5	MAS DES BANNES	851296.01	6266276.60	Résidentiel
6	MAS DE L'AUDIENCE	852805.46	6264176.93	Résidentiel
7	MAS DES PLATANES	852157.21	6265002.60	Résidentiel
8	MAS DE L'HOPITAL	843917.99	6262895.28	Résidentiel
9	MAS REBATUN	844396.30	6265333.58	Résidentiel
10	MAS DU LAGET	844932.95	6263252.22	Résidentiel
11	MAS LE RADEAU	845811.19	6265964.82	Résidentiel
12	KEM ONE	849566.56	6260273.80	Professionnel
13	TERMINAL METHANIER	849890.44	6263577.50	Professionnel
14	AIR liquide	849813.94	6263741.98	Professionnel
15	Neocarb	849329.00	6263212.00	Professionnel
16	Gravithy	849993.00	6261496.00	Professionnel

Les récepteurs sont définis à une hauteur humaine de 1,5 mètre pour les concentrations modélisées correspondant à des concentrations dans l'air ambiant. En effet, les phénomènes de transfert entre l'air extérieur et l'air intérieur étant complexes et difficiles à caractériser, il est supposé que l'air intérieur des bâtiments présente les mêmes concentrations que l'air extérieur.

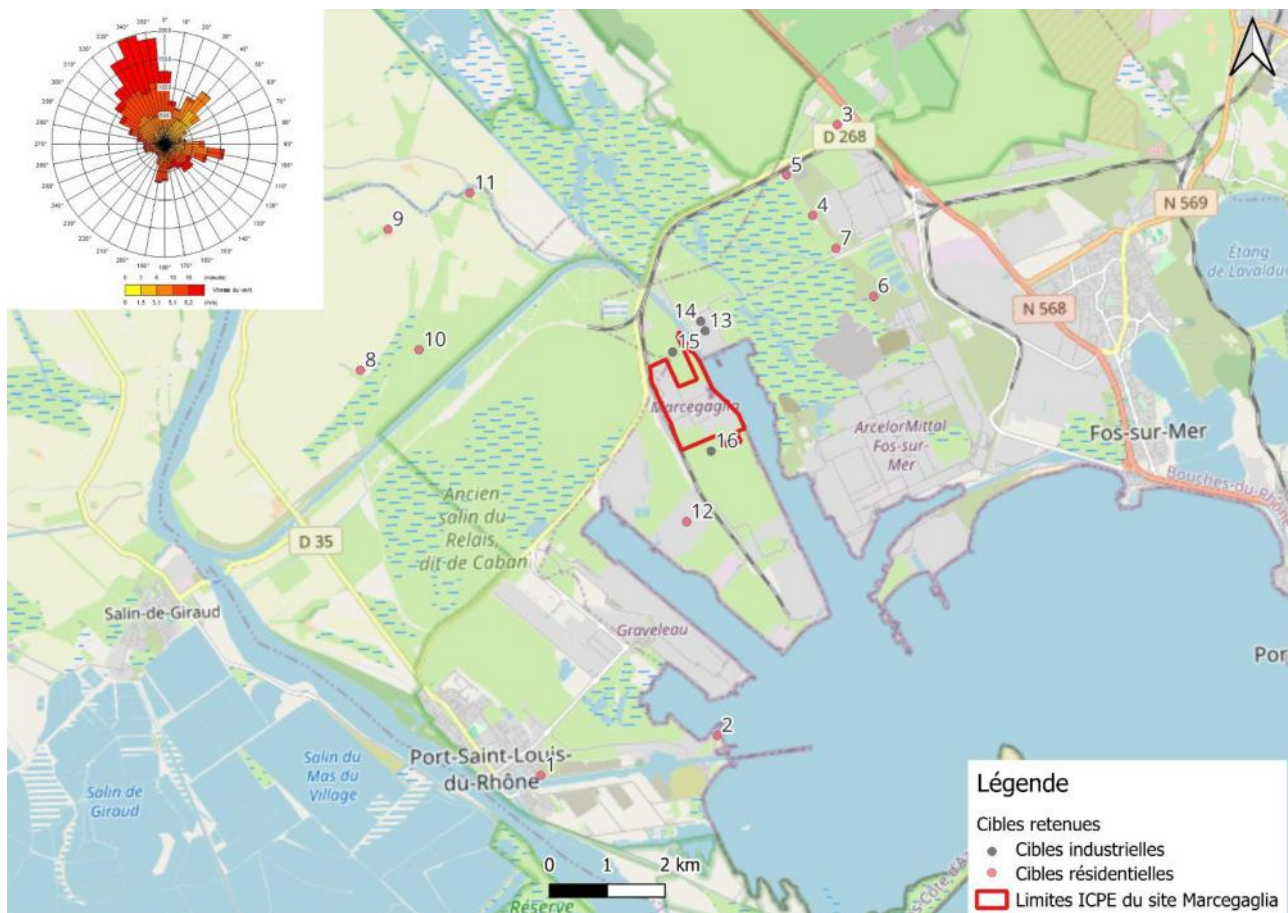


Figure 35 : Localisation des cibles retenues

5.3.2 Exposition des personnes

5.3.2.1 Exposition des personnes par inhalation

La Concentration Inhalée (CI) correspondant à l'exposition par inhalation est exprimée en mg/m^3 . La formule générale de calcul de la CI est la suivante :

$$CI = C \times FE \times DE$$

Tm

Où : C est la concentration dans l'air au point d'exposition (mg/m^3)

FE est la fréquence d'exposition (jours/an)

DE est la durée d'exposition (années)

Tm est le temps moyenné (jours) :

Tm = DE x 365 pour les effets à seuil

Tm = 70 x 365 pour les effets sans seuil

Dans une démarche pénalisante, la fréquence d'exposition a été considérée comme égale à 1. Le taux de pénétration des polluants à l'intérieur des habitats a été pris comme étant égal à 100 %. De plus, il a été retenu un taux d'absorption par l'organisme des substances de 100 %.

Les durées d'exposition retenues, comme préconisé par l'INERIS (Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires, août 2013), sont :

- Pour la population riveraine d'adultes : exposition pendant 24 h/jour et 365 jours par an et ce pendant 30 ans,
- Pour la population riveraine d'enfants : exposition pendant 24 h/jour et 365 jours par an et ce pendant 6 ans ;
- Pour la population en entreprise d'adultes travailleurs également appelée « professionnelle » : exposition 20% du temps en entreprise et 80% dans l'habitation la plus proche.

5.3.2.2 Exposition des personnes par ingestion

La Dose Journalière d'Exposition (DJE) correspondant à l'exposition par ingestion est exprimée en mg/kg/j. La formule générale de calcul de la DJE est la suivante :

$$DJE = \frac{C \times Q \times FE \times DE}{P \times Tm}$$

Où : C est la concentration au point d'exposition (sol, produits cultivés) (mg/kg)

Q est la quantité journalière ingérée (kg/jour)

FE est la fréquence d'exposition (jours/an)

DE est la durée d'exposition (années)

P est le poids individuel (kg)

Tm est le temps moyenné (jours) :

Tm = DE x 365 pour les effets à seuil

Tm = 70 x 365 pour les effets sans seuil

5.3.2.2.1 Calcul de la concentration dans les sols

Les valeurs de dépôts au sol (dépôts secs + dépôts humides) fournies par le logiciel ADMS sont rentrés dans le logiciel MODUL'ERS. A partir de ces données, pour estimer la concentration en polluants dans les sols, des modèles dits « de dépôt » et « de transfert » sont utilisés. Le bruit de fond dans le sol n'est pas pris en compte.

Deux profondeurs de sol ont été considérées selon le scénario étudié :

- 5 cm pour le scénario « ingestion de sol » ;
- 20 cm pour le scénario « ingestion de végétaux cultivés ».

À noter que pour les cibles « Entreprise » à usage professionnel, l'exposition par ingestion n'est pas retenue.

5.3.2.2.2 Calcul de la concentration dans les produits cultivés

Pour estimer la concentration en polluants dans les produits cultivés, des modèles dits « de transfert » sont utilisés (utilisation du logiciel Modul'ERS).

Les facteurs de bioconcentration, présentés dans le tableau suivant, sont utilisés pour les calculs.

Tableau 20 : Facteurs de bioconcentration retenus

Substances	Facteurs de bioconcentration (kg/kg mat. sèche)					Source bibliographique
	Légumes « fruits »	Légumes « racine »	Légumes « feuille »	Tubercules	Fruits	
Sb	0,0005	0,0005	0,009	0,0003	0,0005	MODUL'ERS
As	0,014	0,0054	0,028	0,0013	0,014	MODUL'ERS
Cd	0,21	0,64	1,6	0,32	0,21	MODUL'ERS
CrIII	0,054	0,016	0,027	0,0088	0,054	MODUL'ERS
Cr VI	0,054	0,016	0,027	0,0088	0,054	MODUL'ERS
Co	0,0003	0,0028	0,0003	0,0028	0,0003	MODUL'ERS
Cu	0,47	0,15	0,12	0,061	0,47	MODUL'ERS
Mn	0,00055	0,044	0,044	0,68	0,00055	MODUL'ERS
Hg	0,016	0,035	0,053	0,2	0,016	MODUL'ERS
Ni	0,13	0,06	0,027	0,04	0,13	MODUL'ERS
Pb	0,026	0,034	0,022	0,01	0,026	MODUL'ERS
Zn	0,066	0,33	0,35	0,33	0,066	MODUL'ERS

Dans une approche sécuritaire un taux de 100% a été retenu. Les paramètres de consommation retenus sont présentés ci-après.

Tableau 21 : Consommations alimentaires

Consommation	Unité	Adulte	Enfant	Source
Sol	mg/j	50	91	Rapport INERIS 2017 (DRC-14-141968-11173C)
Légumes « fruit »	kg/j	0,11	0,066	MODUL'ERS
Légumes « racine »	kg/j	0,012	0,007	
Légumes « feuille »	kg/j	0,024	0,0076	

5.4 Caractérisation des risques sanitaires

5.4.1 Méthodologie

Selon le référentiel de l'INERIS, la caractérisation des risques se fait de la manière suivante :

- Pour les effets à seuil, un quotient de danger (QD) est calculé en faisant le rapport entre la Dose Journalière d'Exposition (DJE) ou la Concentration Inhalée (CI) et la valeur toxicologique de référence (VTR) pour la voie considérée. Un QD inférieur à 1 (seuil préconisé) conduit à ce que la survenue d'un effet à seuil apparaît peu probable y compris pour les populations sensibles.
- Pour les effets sans seuil, un Excès de Risque Individuel (ERI) est calculé en multipliant la DJE ou la CI avec l'Excès de Risque Unitaire (ERU). La Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation précise que « la valeur de référence retenue au niveau international par les organismes ou agences en charge de la protection de la santé est un Excès de Risque Individuel inférieur ou égal à 10^{-5} pour les effets sans seuil. Un risque sanitaire dont le résultat est supérieur à cette valeur de référence n'est pas acceptable » (un excès de risque de 1.10^{-5} signifie qu'une personne exposée durant la vie entière a une probabilité supplémentaire, par rapport à une personne non exposée, de 1 sur 100 000 de développer un cancer lié à la pollution du site étudié).

Deux indicateurs de risque sont calculés :

- Des Quotients de Danger (QD) pour les effets à seuil,
- Des Excès de Risque Individuels (ERI) pour les effets sans seuil.

Les formules sont présentées ci-après.

Tableau 22 : Formules de calcul des indicateurs de risque

Voie d'exposition	Quotients de Danger	Excès de Risque Individuels
Inhalation	$QD = \frac{CI}{VTR}$ CI : concentration inhalée (mg/m³) VTR : valeur toxicologique de référence, à seuil (mg/m³)	$ERI = \frac{\sum_i CI_i \times T_i}{T_m} \times ERU$ CI : concentration inhalée (mg/m³) ERU : excès de risque unitaire ((mg/m³)⁻¹) Ti : durée de la période d'exposition (an) Tm : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (an)
Ingestion	$QD = \frac{DJE}{VTR}$ DJE : dose journalière d'exposition (mg/kg/j) VTR : valeur toxicologique de référence, à seuil (mg/kg/j)	$ERI = \frac{\sum_i DJE_i \times T_i}{T_m} \times ERU$ DJE : dose journalière d'exposition (mg/kg/j) ERU : excès de risque unitaire ((mg/kg/j)⁻¹) Ti : durée de la période d'exposition (an) Tm : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (an)

5.4.2 Estimation des concentrations et des dépôts dans l'air

La modélisation permet d'obtenir des concentrations dans l'air exprimées en µg/m³. Les tableaux suivants, présentent les résultats issus de la modélisation au niveau des cibles identifiées.

La fréquence d'exposition prise en compte est égale à 1 (soit 100% du temps) dans les ERP, comme pour les habitations, ce qui est une approche majorante.

Tableau 23 : Concentrations dans l'air (µg/m³)

Cibles	Concentrations modélisées en µg/m³																	
	PM	SO ₂	NO ₂	HCl	PCDDF	BENZENE	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	V	Pb	CrIII	CrVI
Point 1	8,9E-02	1,6E-01	2,7E-01	6,2E-03	3,1E-10	8,5E-03	1,7E-04	2,2E-04	6,8E-04	2,0E-05	2,8E-05	2,4E-04	1,4E-03	4,3E-04	2,3E-05	1,9E-03	6,8E-04	4,0E-05
Point 2	1,1E-01	3,1E-01	5,2E-01	1,1E-02	2,7E-10	1,9E-02	1,7E-04	2,2E-04	8,1E-04	3,1E-05	4,6E-05	2,9E-04	1,6E-03	6,1E-04	2,9E-05	1,9E-03	9,3E-04	6,2E-05
Point 3	3,7E-02	6,0E-02	1,1E-01	3,0E-03	1,0E-10	2,8E-03	5,8E-05	7,6E-05	2,5E-04	8,1E-06	1,2E-05	8,9E-05	5,2E-04	1,6E-04	8,9E-06	6,5E-04	2,7E-04	1,6E-05
Point 4	5,7E-02	7,4E-02	1,3E-01	3,9E-03	8,6E-11	3,4E-03	5,3E-05	6,7E-05	2,7E-04	1,1E-05	1,6E-05	9,8E-05	5,3E-04	1,9E-04	1,0E-05	6,3E-04	3,2E-04	2,2E-05
Point 5	6,1E-02	1,0E-01	1,7E-01	4,5E-03	1,4E-10	5,8E-03	8,2E-05	1,0E-04	3,6E-04	1,2E-05	1,7E-05	1,4E-04	8,0E-04	2,5E-04	1,4E-05	9,2E-04	4,0E-04	2,5E-05
Point 6	6,3E-02	7,0E-02	1,4E-01	4,4E-03	5,2E-11	2,2E-03	3,8E-05	4,8E-05	2,6E-04	1,3E-05	1,9E-05	8,7E-05	4,0E-04	1,8E-04	9,4E-06	5,0E-04	3,3E-04	2,4E-05
Point 7	5,7E-02	6,5E-02	1,2E-01	3,8E-03	6,6E-11	2,6E-03	4,3E-05	5,4E-05	2,4E-04	1,1E-05	1,6E-05	8,6E-05	4,4E-04	1,7E-04	9,0E-06	5,3E-04	3,0E-04	2,1E-05
Point 8	1,3E-01	2,5E-01	4,0E-01	7,8E-03	3,6E-10	1,5E-02	2,1E-04	2,7E-04	9,0E-04	3,0E-05	4,3E-05	3,1E-04	1,8E-03	5,9E-04	3,1E-05	2,3E-03	9,5E-04	5,9E-05
Point 9	7,1E-02	1,6E-01	2,5E-01	5,1E-03	2,0E-10	1,1E-02	1,2E-04	1,6E-04	5,1E-04	1,7E-05	2,4E-05	1,8E-04	1,0E-03	3,1E-04	1,7E-05	1,3E-03	5,3E-04	3,2E-05
Point 10	1,8E-01	3,1E-01	5,1E-01	1,0E-02	3,8E-10	1,8E-02	2,3E-04	2,9E-04	1,1E-03	4,0E-05	5,8E-05	3,8E-04	2,1E-03	6,8E-04	3,8E-05	2,6E-03	1,2E-03	7,7E-05
Point 11	7,8E-02	2,1E-01	3,1E-01	5,1E-03	2,1E-10	1,8E-02	1,2E-04	1,6E-04	5,3E-04	1,8E-05	2,6E-05	1,9E-04	1,1E-03	3,4E-04	1,9E-05	1,4E-03	5,7E-04	3,5E-05
Point 12	5,0E-01	5,3E-01	1,1E+00	2,5E-02	1,3E-10	1,6E-02	1,6E-04	2,0E-04	1,8E-03	1,1E-04	1,7E-04	4,9E-04	1,7E-03	1,3E-03	6,0E-05	2,5E-03	2,4E-03	1,9E-04
Point 13	2,7E-01	4,0E-01	6,2E-01	2,2E-02	1,9E-10	3,0E-02	1,4E-04	1,7E-04	1,0E-03	4,8E-05	6,9E-05	3,2E-04	1,4E-03	7,0E-04	3,6E-05	1,9E-03	1,2E-03	8,6E-05
Point 14	2,7E-01	3,9E-01	6,3E-01	2,2E-02	1,7E-10	2,7E-02	1,3E-04	1,6E-04	1,0E-03	5,3E-05	7,7E-05	3,2E-04	1,4E-03	7,0E-04	3,8E-05	1,9E-03	1,3E-03	9,4E-05
Point 15	6,9E-01	9,4E-01	1,5E+00	2,3E-02	4,8E-10	7,0E-02	3,7E-04	4,5E-04	2,8E-03	1,5E-04	2,3E-04	8,0E-04	3,4E-03	1,4E-03	9,6E-05	4,9E-03	3,6E-03	2,7E-04
Point 16	1,0E+00	1,1E+00	2,0E+00	6,1E-02	4,0E-10	5,0E-02	3,8E-04	4,6E-04	3,6E-03	2,1E-04	3,1E-04	1,1E-03	4,2E-03	3,9E-03	1,3E-04	5,7E-03	4,8E-03	3,6E-04
Max	1,0E+00	1,1E+00	2,0E+00	6,1E-02	4,8E-10	7,0E-02	3,8E-04	4,6E-04	3,6E-03	2,1E-04	3,1E-04	1,1E-03	4,2E-03	3,9E-03	1,3E-04	5,7E-03	4,8E-03	3,6E-04

Tableau 24 : Dépôts au sol des traceurs ingestion (µg/m²/s)

Cibles	Flux de dépôts modélisés (µg/m²/s)													
	PCDDF	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	Zn	Pb	CrIII	CrVI	
Point 1	5,3E-12	3,0E-06	1,4E-06	1,1E-05	2,9E-07	4,1E-07	3,9E-06	2,4E-05	6,7E-06	1,5E-04	3,2E-05	1,1E-05	5,9E-07	
Point 2	7,6E-12	4,8E-06	1,8E-06	2,5E-05	9,8E-07	1,4E-06	8,9E-06	4,7E-05	2,0E-05	2,8E-04	5,6E-05	2,9E-05	1,9E-06	
Point 3	2,0E-12	1,1E-06	4,3E-07	4,5E-06	1,3E-07	1,9E-07	1,7E-06	1,0E-05	2,9E-06	6,5E-05	1,2E-05	4,7E-06	2,8E-07	
Point 4	1,8E-12	1,1E-06	4,2E-07	4,9E-06	1,7E-07	2,5E-07	1,8E-06	1,1E-05	3,5E-06	6,6E-05	1,2E-05	5,5E-06	3,6E-07	
Point 5	3,2E-12	1,8E-06	6,6E-07	7,2E-06	2,1E-07	2,9E-07	2,8E-06	1,8E-05	5,0E-06	1,1E-04	2,0E-05	7,7E-06	4,6E-07	
Point 6	1,1E-12	7,6E-07	3,5E-07	4,7E-06	2,2E-07	3,2E-07	1,6E-06	7,5E-06	3,1E-06	4,2E-05	9,5E-06	5,7E-06	4,0E-07	
Point 7	1,8E-12	1,1E-06	5,9E-07	4,8E-06	1,6E-07	2,4E-07	1,7E-06	9,6E-06	3,0E-06	6,0E-05	1,2E-05	5,2E-06	3,2E-07	
Point 8	8,4E-12	4,7E-06	2,1E-06	1,9E-05	5,3E-07	7,6E-07	6,5E-06	3,9E-05	1,2E-05	2,5E-04	5,2E-05	1,8E-05	1,1E-06	
Point 9	5,0E-12	2,9E-06	1,2E-06	1,2E-05	3,4E-07	4,8E-07	4,2E-06	2,4E-05	7,3E-06	1,5E-04	3,1E-05	1,2E-05	6,8E-07	
Point 10	9,9E-12	5,7E-06	2,7E-06	2,4E-05	7,5E-07	1,1E-06	8,4E-06	4,8E-05	1,4E-05	3,0E-04	6,3E-05	2,4E-05	1,5E-06	
Point 11	6,5E-12	3,7E-06	1,4E-06	1,5E-05	4,6E-07	6,5E-07	5,7E-06	3,3E-05	1,0E-05	2,1E-04	4,1E-05	1,6E-05	9,3E-07	
Point 12	6,0E-12	6,3E-06	3,1E-06	6,3E-05	3,8E-06	5,7E-06	1,7E-05	5,8E-05	4,4E-05	2,6E-04	9,6E-05	8,4E-05	6,6E-06	
Point 13	1,2E-11	7,0E-06	3,0E-06	3,0E-05	9,2E-07	1,3E-06	1,1E-05	6,2E-05	1,9E-05	3,9E-04	7,9E-05	3,1E-05	1,8E-06	
Point 14	1,1E-11	6,4E-06	2,6E-06	3,1E-05	1,1E-06	1,5E-06	1,1E-05	5,7E-05	1,9E-05	3,6E-04	7,4E-05	3,3E-05	2,0E-06	
Point 15	3,4E-11	2,0E-05	6,3E-06	9,8E-05	3,8E-06	5,5E-06	3,2E-05	1,8E-04	4,8E-05	1,1E-03	2,4E-04	1,1E-04	7,2E-06	
Point 16	3,2E-11	2,2E-05	1,2E-05	1,4E-04	5,9E-06	8,4E-06	4,6E-05	2,1E-04	1,9E-04	1,2E-03	2,8E-04	1,6E-04	1,0E-05	
Max	3,4E-11	2,2E-05	1,2E-05	1,4E-04	5,9E-06	8,4E-06	4,6E-05	2,1E-04	1,9E-04	1,2E-03	2,8E-04	1,6E-04	1,0E-05	

On constate de manière générale que les concentrations dans l'air les plus importantes sont relevées au niveau des cibles n°15 et 16. Les valeurs de dépôt sont également les plus élevées au niveau des cibles n°15 et n°16.

5.4.3 Résultats des calculs des Quotients de Danger (effets à seuil)

5.4.3.1 Risques liés à l'exposition par inhalation

Les Quotients de Danger liés à l'inhalation pour les adultes et les enfants (qui sont identiques puisque la fréquence d'exposition est égale à la durée d'exploitation) sont présentés dans le Tableau 25 suivant.

Il a également été retenu le scénario d'habitant travailleur mentionné dans le guide de l'INERIS de septembre 2021. Pour la population en entreprise d'adultes travailleurs (exposition 20% du temps en entreprise et 80% dans l'habitation la plus impactée à savoir le point 10), le résultat de QD pour l'inhalation des points 12 à 16 est présenté dans le Tableau 26 tenant compte des valeurs de QD du point 10 du Tableau 25.

Tableau 25 : Quotients de dangers inhalation – Adulte / enfant – Usage Résidentiel

Cibles	QD Inhalation - Adultes/Enfants															
	HCl	PCDDF	BENZENE	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	V	Pb	CrIII	CrVI	Total
Point 1	3,1E-04	7,6E-06	8,5E-04	5,7E-04	7,5E-04	4,5E-02	6,6E-05	2,8E-04	2,4E-04	4,8E-03	1,9E-03	2,3E-04	2,1E-03	6,8E-03	1,3E-03	0,07
Point 2	5,3E-04	6,8E-06	1,9E-03	5,5E-04	7,5E-04	5,4E-02	1,0E-04	4,6E-04	2,9E-04	5,3E-03	2,7E-03	2,9E-04	2,1E-03	9,3E-03	2,1E-03	0,08
Point 3	1,5E-04	2,5E-06	2,8E-04	1,9E-04	2,5E-04	1,6E-02	2,7E-05	1,2E-04	8,9E-05	1,7E-03	7,0E-04	8,9E-05	7,2E-04	2,7E-03	5,5E-04	0,02
Point 4	2,0E-04	2,1E-06	3,4E-04	1,8E-04	2,2E-04	1,8E-02	3,7E-05	1,6E-04	9,8E-05	1,8E-03	8,3E-04	1,0E-04	7,0E-04	3,2E-03	7,3E-04	0,03
Point 5	2,2E-04	3,5E-06	5,8E-04	2,7E-04	3,5E-04	2,4E-02	4,0E-05	1,7E-04	1,4E-04	2,7E-03	1,1E-03	1,4E-04	1,0E-03	4,0E-03	8,4E-04	0,04
Point 6	2,2E-04	1,3E-06	2,2E-04	1,3E-04	1,6E-04	1,7E-02	4,3E-05	1,9E-04	8,7E-05	1,3E-03	7,7E-04	9,4E-05	5,5E-04	3,3E-03	7,9E-04	0,03
Point 7	1,9E-04	1,6E-06	2,6E-04	1,4E-04	1,8E-04	1,6E-02	3,6E-05	1,6E-04	8,6E-05	1,5E-03	7,6E-04	9,0E-05	5,8E-04	3,0E-03	6,9E-04	0,02
Point 8	3,9E-04	9,1E-06	1,5E-03	7,0E-04	9,1E-04	6,0E-02	1,0E-04	4,3E-04	3,1E-04	6,0E-03	2,6E-03	3,1E-04	2,6E-03	9,5E-03	2,0E-03	0,09
Point 9	2,5E-04	5,1E-06	1,1E-03	3,9E-04	5,3E-04	3,4E-02	5,5E-05	2,4E-04	1,8E-04	3,4E-03	1,4E-03	1,7E-04	1,5E-03	5,3E-03	1,1E-03	0,05
Point 10	5,0E-04	9,5E-06	1,8E-03	7,6E-04	9,7E-04	7,2E-02	1,3E-04	5,8E-04	3,8E-04	6,9E-03	3,0E-03	3,8E-04	2,9E-03	1,2E-02	2,6E-03	0,10
Point 11	2,6E-04	5,2E-06	1,8E-03	4,1E-04	5,4E-04	3,6E-02	5,9E-05	2,6E-04	1,9E-04	3,6E-03	1,5E-03	1,9E-04	1,5E-03	5,7E-03	1,2E-03	0,05
Max	5,3E-04	9,5E-06	1,9E-03	7,6E-04	9,7E-04	7,2E-02	1,3E-04	5,8E-04	3,8E-04	6,9E-03	3,0E-03	3,8E-04	2,9E-03	1,2E-02	2,6E-03	0,10

Tableau 26 : Quotients de dangers inhalation – Adulte uniquement – Usage Professionnel

Cibles	QD Inhalation - Adultes															
	HCl	PCDDF	BENZENE	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	V	Pb	CrIII	CrVI	Total
Point 12	6,5E-04	8,2E-06	1,8E-03	7,1E-04	9,0E-04	8,1E-02	1,8E-04	8,0E-04	4,0E-04	6,6E-03	3,5E-03	4,2E-04	2,9E-03	1,4E-02	3,4E-03	0,12
Point 13	6,3E-04	8,5E-06	2,1E-03	7,0E-04	8,9E-04	7,1E-02	1,4E-04	6,0E-04	3,7E-04	6,4E-03	3,0E-03	3,7E-04	2,7E-03	1,2E-02	2,6E-03	0,10
Point 14	6,3E-04	8,4E-06	2,0E-03	7,0E-04	8,8E-04	7,1E-02	1,4E-04	6,2E-04	3,7E-04	6,4E-03	3,0E-03	3,8E-04	2,7E-03	1,2E-02	2,7E-03	0,10
Point 15	6,3E-04	1,0E-05	2,9E-03	8,5E-04	1,1E-03	9,5E-02	2,1E-04	9,2E-04	4,6E-04	7,7E-03	3,6E-03	4,9E-04	3,4E-03	1,7E-02	3,9E-03	0,14
Point 16	1,0E-03	9,5E-06	2,5E-03	8,6E-04	1,1E-03	1,1E-01	2,4E-04	1,1E-03	5,2E-04	8,3E-03	5,8E-03	5,6E-04	3,6E-03	1,9E-02	4,5E-03	0,15
Max	1,0E-03	1,0E-05	2,9E-03	8,6E-04	1,1E-03	1,1E-01	2,4E-04	1,1E-03	5,2E-04	8,3E-03	5,8E-03	5,6E-04	3,6E-03	1,9E-02	4,5E-03	0,15

Au regard des hypothèses retenues, les calculs des quotients de danger obtenus (adultes et enfants) pour la voie d'exposition par inhalation au droit des cibles retenues pour l'usage « Résidentiel » comme « Professionnel » sont inférieurs à la valeur référence de 1. Le déterminant qui porte le risque est l'arsenic.

Les points les plus exposés sont les points 2 et 10 pour l'usage « Résidentiel » et les points 15 et 16 pour l'usage « Professionnel ».

Les iso-courbes de quotient de dangers sur l'ensemble de l'aire d'étude sont présentées Figure 36 ci-dessous pour un usage résidentiel (le projet est illustré en surface pleine de couleur noire).

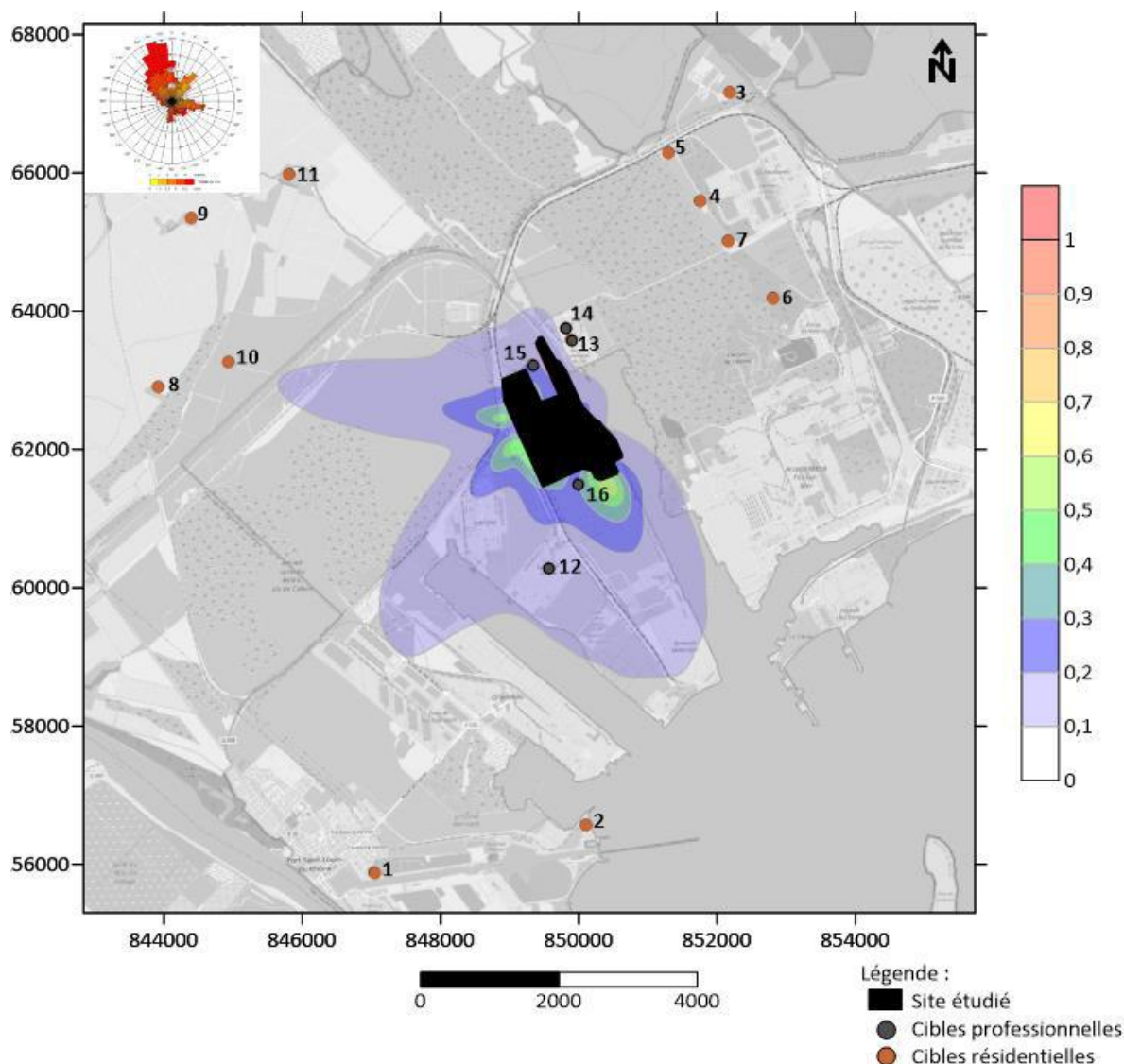


Figure 36 : Courbes iso-quotients de dangers

5.4.3.2 Risques liés à l'exposition par ingestion

Les calculs de QD effectués pour les cibles sélectionnées sont présentés dans les tableaux ci-dessous, pour la population « adulte » puis « enfant ». Pour rappel, le scénario « ingestion de sol » n'est pas jugé pertinent pour les cibles « professionnelles ».

5.4.3.2.1 Ingestion de sol

Tableau 27 : QD liés à l'ingestion de sol, par substance – Adultes

Cibles	QD Ingestion - Adulte - SOL													
	PCDDF	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	Zn	Pb	CrIII	CrVI	Total
Point 1	6,1E-05	6,9E-05	1,9E-05	1,5E-03	3,9E-07	2,2E-06	2,1E-07	3,5E-06	4,2E-06	4,1E-06	4,1E-04	2,9E-07	5,4E-06	0,002
Point 2	8,9E-05	1,1E-04	2,6E-05	3,3E-03	1,3E-06	7,8E-06	4,9E-07	7,0E-06	1,2E-05	7,8E-06	7,3E-04	7,8E-07	1,7E-05	0,004
Point 3	2,3E-05	2,6E-05	6,1E-06	6,1E-04	1,8E-07	1,0E-06	9,1E-08	1,5E-06	1,8E-06	1,8E-06	1,6E-04	1,3E-07	2,5E-06	0,001
Point 4	2,1E-05	2,5E-05	5,9E-06	6,7E-04	2,4E-07	1,4E-06	1,0E-07	1,6E-06	2,2E-06	1,8E-06	1,6E-04	1,5E-07	3,2E-06	0,001
Point 5	3,7E-05	4,2E-05	9,4E-06	9,8E-04	2,8E-07	1,6E-06	1,5E-07	2,6E-06	3,2E-06	3,1E-06	2,6E-04	2,1E-07	4,2E-06	0,001
Point 6	1,3E-05	1,8E-05	5,0E-06	6,4E-04	3,0E-07	1,7E-06	8,7E-08	1,1E-06	1,9E-06	1,2E-06	1,2E-04	1,6E-07	3,7E-06	0,001
Point 7	2,1E-05	2,5E-05	8,5E-06	6,5E-04	2,2E-07	1,3E-06	9,2E-08	1,4E-06	1,9E-06	1,6E-06	1,6E-04	1,4E-07	2,9E-06	0,001
Point 8	9,8E-05	1,1E-04	3,0E-05	2,5E-03	7,2E-07	4,1E-06	3,5E-07	5,8E-06	7,5E-06	6,7E-06	6,7E-04	5,0E-07	9,7E-06	0,003
Point 9	5,8E-05	6,7E-05	1,7E-05	1,6E-03	4,6E-07	2,6E-06	2,3E-07	3,6E-06	4,6E-06	4,1E-06	4,1E-04	3,1E-07	6,1E-06	0,002
Point 10	1,2E-04	1,3E-04	3,8E-05	3,3E-03	1,0E-06	5,9E-06	4,6E-07	7,2E-06	9,0E-06	8,2E-06	8,2E-04	6,7E-07	1,3E-05	0,004
Point 11	7,6E-05	8,7E-05	2,0E-05	2,1E-03	6,2E-07	3,6E-06	3,1E-07	4,9E-06	6,4E-06	5,6E-06	5,4E-04	4,3E-07	8,5E-06	0,003
Max	1,2E-04	1,3E-04	3,8E-05	3,3E-03	1,3E-06	7,8E-06	4,9E-07	7,2E-06	1,2E-05	8,2E-06	8,2E-04	7,8E-07	1,7E-05	0,004

Tableau 28 : QD liés à l'ingestion de sol, par substance – Enfants

Cibles	QD Ingestion - Enfant - SOL													
	PCDDF	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	Zn	Pb	CrIII	CrVI	Total
Point 1	5,2E-04	5,9E-04	1,7E-04	1,3E-02	3,4E-06	1,9E-05	1,8E-06	3,0E-05	3,6E-05	3,5E-05	3,5E-03	2,5E-06	4,6E-05	0,018
Point 2	7,6E-04	9,5E-04	2,2E-04	2,8E-02	1,1E-05	6,7E-05	4,2E-06	6,0E-05	1,1E-04	6,6E-05	6,2E-03	6,6E-06	1,5E-04	0,037
Point 3	1,9E-04	2,2E-04	5,2E-05	5,2E-03	1,5E-06	8,6E-06	7,7E-07	1,3E-05	1,6E-05	1,5E-05	1,4E-03	1,1E-06	2,1E-05	0,007
Point 4	1,8E-04	2,1E-04	5,1E-05	5,7E-03	2,0E-06	1,2E-05	8,5E-07	1,3E-05	1,9E-05	1,5E-05	1,4E-03	1,3E-06	2,8E-05	0,008
Point 5	3,2E-04	3,6E-04	8,1E-05	8,4E-03	2,4E-06	1,4E-05	1,3E-06	2,2E-05	2,7E-05	2,6E-05	2,2E-03	1,8E-06	3,6E-05	0,011
Point 6	1,1E-04	1,5E-04	4,3E-05	5,5E-03	2,5E-06	1,5E-05	7,4E-07	9,5E-06	1,6E-05	9,9E-06	1,1E-03	1,3E-06	3,1E-05	0,007
Point 7	1,8E-04	2,1E-04	7,2E-05	5,6E-03	1,9E-06	1,1E-05	7,8E-07	1,2E-05	1,6E-05	1,4E-05	1,3E-03	1,2E-06	2,5E-05	0,007
Point 8	8,4E-04	9,5E-04	2,5E-04	2,2E-02	6,1E-06	3,5E-05	3,0E-06	4,9E-05	6,4E-05	5,8E-05	5,7E-03	4,3E-06	8,3E-05	0,030
Point 9	5,0E-04	5,7E-04	1,4E-04	1,3E-02	3,9E-06	2,2E-05	1,9E-06	3,1E-05	3,9E-05	3,5E-05	3,5E-03	2,7E-06	5,2E-05	0,018
Point 10	9,8E-04	1,1E-03	3,3E-04	2,8E-02	8,7E-06	5,0E-05	3,9E-06	6,1E-05	7,7E-05	7,0E-05	7,0E-03	5,7E-06	1,1E-04	0,038
Point 11	6,5E-04	7,4E-04	1,7E-04	1,8E-02	5,3E-06	3,0E-05	2,6E-06	4,2E-05	5,5E-05	4,8E-05	4,6E-03	3,6E-06	7,2E-05	0,024
Max	9,8E-04	1,1E-03	3,3E-04	2,8E-02	1,1E-05	6,7E-05	4,2E-06	6,1E-05	1,1E-04	7,0E-05	7,0E-03	6,6E-06	1,5E-04	0,038

Ces résultats montrent que les enfants sont les cibles les plus sensibles pour cette voie d'exposition. Cependant aucun dépassement du seuil de 1 n'est observé en aucun point.

Les substances qui portent le risque sont principalement l'arsenic et le cadmium. Les points les plus exposés sont les points 2 et 10.

5.4.3.2.2 Ingestion de végétaux auto-produits

Les calculs de QD effectués pour les cibles sélectionnées sont présentés dans les tableaux ci-dessous, pour la population « adulte » puis « enfant ». Le scénario ingestion de végétaux auto-produits a été considéré pour les ERP, comme pour les habitations, ce qui est une approche majorante.

Tableau 29 : QD liés à l'ingestion de végétaux, par substance – Adultes

Cibles	QD Ingestion - Adulte - Végétaux												Total
	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	Zn	Pb	CrIII	CrVI	
Point 1	1,4E-03	8,3E-05	7,8E-04	2,4E-08	1,4E-07	2,9E-06	4,3E-05	1,8E-05	4,0E-05	4,2E-04	4,9E-07	9,1E-06	0,003
Point 2	2,2E-03	1,1E-04	1,7E-03	8,1E-08	5,0E-07	6,8E-06	8,6E-05	5,2E-05	7,5E-05	7,3E-04	1,3E-06	2,9E-05	0,005
Point 3	5,1E-04	2,6E-05	3,1E-04	1,1E-08	6,4E-08	1,3E-06	1,8E-05	7,8E-06	1,7E-05	1,6E-04	2,1E-07	4,2E-06	0,001
Point 4	4,9E-04	2,5E-05	3,4E-04	1,4E-08	8,7E-08	1,4E-06	1,9E-05	9,3E-06	1,7E-05	1,6E-04	2,5E-07	5,5E-06	0,001
Point 5	8,3E-04	4,0E-05	5,0E-04	1,7E-08	1,0E-07	2,1E-06	3,2E-05	1,3E-05	3,0E-05	2,6E-04	3,6E-07	7,1E-06	0,002
Point 6	3,5E-04	2,1E-05	3,3E-04	1,8E-08	1,1E-07	1,2E-06	1,4E-05	8,2E-06	1,1E-05	1,2E-04	2,6E-07	6,2E-06	0,001
Point 7	4,9E-04	3,6E-05	3,4E-04	1,4E-08	8,2E-08	1,3E-06	1,7E-05	8,1E-06	1,6E-05	1,6E-04	2,4E-07	5,0E-06	0,001
Point 8	2,2E-03	1,3E-04	1,3E-03	4,4E-08	2,6E-07	4,9E-06	7,1E-05	3,2E-05	6,5E-05	6,7E-04	8,5E-07	1,6E-05	0,004
Point 9	1,3E-03	7,0E-05	8,1E-04	2,8E-08	1,7E-07	3,1E-06	4,4E-05	1,9E-05	4,0E-05	4,1E-04	5,3E-07	1,0E-05	0,003
Point 10	2,6E-03	1,6E-04	1,7E-03	6,2E-08	3,7E-07	6,3E-06	8,8E-05	3,8E-05	7,9E-05	8,3E-04	1,1E-06	2,3E-05	0,006
Point 11	1,7E-03	8,7E-05	1,1E-03	3,8E-08	2,3E-07	4,3E-06	6,0E-05	2,7E-05	5,4E-05	5,4E-04	7,2E-07	1,4E-05	0,004
Max	2,6E-03	1,6E-04	1,7E-03	8,1E-08	5,0E-07	6,8E-06	8,8E-05	5,2E-05	7,9E-05	8,3E-04	1,3E-06	2,9E-05	5,5E-03

Tableau 30 : QD liés à l'ingestion de végétaux, par substance – Enfants

Cibles	QD Ingestion - Enfant - Végétaux												Total
	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	Zn	Pb	CrIII	CrVI	
Point 1	3,5E-03	2,9E-04	2,0E-03	4,7E-08	5,0E-07	8,2E-06	1,6E-04	5,2E-05	1,2E-04	1,2E-03	1,4E-06	2,5E-05	0,007
Point 2	5,6E-03	3,9E-04	4,3E-03	1,6E-07	1,7E-06	1,9E-05	3,2E-04	1,5E-04	2,3E-04	2,1E-03	3,6E-06	8,2E-05	0,013
Point 3	1,3E-03	9,1E-05	7,8E-04	2,1E-08	2,2E-07	3,5E-06	6,8E-05	2,3E-05	5,3E-05	4,5E-04	5,9E-07	1,2E-05	0,003
Point 4	1,3E-03	8,8E-05	8,6E-04	2,8E-08	3,0E-07	3,9E-06	7,0E-05	2,7E-05	5,4E-05	4,5E-04	7,1E-07	1,5E-05	0,003
Point 5	2,1E-03	1,4E-04	1,3E-03	3,4E-08	3,5E-07	6,0E-06	1,2E-04	3,9E-05	9,3E-05	7,3E-04	9,9E-07	2,0E-05	0,005
Point 6	8,9E-04	7,5E-05	8,3E-04	3,6E-08	3,9E-07	3,4E-06	5,0E-05	2,4E-05	3,5E-05	3,5E-04	7,3E-07	1,7E-05	0,002
Point 7	1,3E-03	1,3E-04	8,4E-04	2,7E-08	2,8E-07	3,6E-06	6,4E-05	2,4E-05	4,9E-05	4,5E-04	6,6E-07	1,4E-05	0,003
Point 8	5,6E-03	4,4E-04	3,3E-03	8,7E-08	9,1E-07	1,4E-05	2,6E-04	9,2E-05	2,0E-04	1,9E-03	2,3E-06	4,5E-05	0,012
Point 9	3,3E-03	2,5E-04	2,0E-03	5,5E-08	5,8E-07	8,8E-06	1,6E-04	5,6E-05	1,2E-04	1,2E-03	1,5E-06	2,9E-05	0,007
Point 10	6,7E-03	5,6E-04	4,2E-03	1,2E-07	1,3E-06	1,8E-05	3,2E-04	1,1E-04	2,5E-04	2,3E-03	3,1E-06	6,3E-05	0,015
Point 11	4,4E-03	3,0E-04	2,7E-03	7,5E-08	7,9E-07	1,2E-05	2,2E-04	7,9E-05	1,7E-04	1,5E-03	2,0E-06	4,0E-05	0,009
Max	6,7E-03	5,6E-04	4,3E-03	1,6E-07	1,7E-06	1,9E-05	3,2E-04	1,5E-04	2,5E-04	2,3E-03	3,6E-06	8,2E-05	0,015

Ces résultats montrent que les enfants sont les cibles les plus sensibles pour cette voie d'exposition. Cependant aucun dépassement du seuil de 1 n'est observé.

Les substances qui portent le risque sont principalement le cadmium, l'arsenic et le plomb.

Les points les plus exposés sont les points 2 et 10.

5.4.3.2.3 Ingestion de sol et de végétaux auto-produits

Tableau 31 : QD liés à l'ingestion de sol et de végétaux, par substance – Enfants

Cibles	QD Ingestion - Enfant - Sol & Végétaux												
	PCDDF	Cd	Hg	As	Sb	Co	Cu	Mn	Ni	Zn	Pb	CrIII	CrVI
Point 1	5,2E-04	4,1E-03	4,5E-04	1,5E-02	3,4E-06	2,0E-05	1,0E-05	1,9E-04	8,8E-05	1,6E-04	4,7E-03	3,8E-06	7,1E-05
Point 2	7,6E-04	6,6E-03	6,1E-04	3,3E-02	1,2E-05	6,8E-05	2,3E-05	3,8E-04	2,6E-04	3,0E-04	8,3E-03	1,0E-05	2,3E-04
Point 3	1,9E-04	1,5E-03	1,4E-04	6,0E-03	1,5E-06	8,9E-06	4,3E-06	8,0E-05	3,8E-05	6,8E-05	1,8E-03	1,7E-06	3,3E-05
Point 4	1,8E-04	1,5E-03	1,4E-04	6,5E-03	2,0E-06	1,2E-05	4,7E-06	8,4E-05	4,6E-05	6,9E-05	1,8E-03	2,0E-06	4,3E-05
Point 5	3,2E-04	2,5E-03	2,2E-04	9,6E-03	2,5E-06	1,4E-05	7,3E-06	1,4E-04	6,6E-05	1,2E-04	2,9E-03	2,8E-06	5,6E-05
Point 6	1,1E-04	1,0E-03	1,2E-04	6,3E-03	2,6E-06	1,5E-05	4,1E-06	6,0E-05	4,0E-05	4,5E-05	1,4E-03	2,1E-06	4,8E-05
Point 7	1,8E-04	1,5E-03	2,0E-04	6,4E-03	1,9E-06	1,1E-05	4,4E-06	7,6E-05	4,0E-05	6,3E-05	1,8E-03	1,9E-06	3,9E-05
Point 8	8,4E-04	6,5E-03	6,9E-04	2,5E-02	6,2E-06	3,6E-05	1,7E-05	3,1E-04	1,6E-04	2,6E-04	7,6E-03	6,6E-06	1,3E-04
Point 9	5,0E-04	3,9E-03	3,9E-04	1,5E-02	3,9E-06	2,3E-05	1,1E-05	1,9E-04	9,5E-05	1,6E-04	4,6E-03	4,2E-06	8,1E-05
Point 10	9,8E-04	7,8E-03	8,9E-04	3,2E-02	8,8E-06	5,1E-05	2,2E-05	3,8E-04	1,9E-04	3,2E-04	9,3E-03	8,8E-06	1,8E-04
Point 11	6,5E-04	5,1E-03	4,8E-04	2,1E-02	5,4E-06	3,1E-05	1,5E-05	2,6E-04	1,3E-04	2,2E-04	6,1E-03	5,6E-06	1,1E-04
Max	9,8E-04	7,8E-03	8,9E-04	3,3E-02	1,2E-05	6,8E-05	2,3E-05	3,8E-04	2,6E-04	3,2E-04	9,3E-03	1,0E-05	2,3E-04

Les cibles n°2 et 10, les plus impactées, présentent des quotients de danger inférieurs à la valeur seuil de 1 ; le risque pour la santé est donc considéré comme non préoccupant. Ces points ont été considérés ayant une fréquence d'exposition maximale. Ainsi ils peuvent être retenus comme majorants par rapport aux calculs d'impact sur les riverains les plus impactés. Il est donc possible de conclure que pour l'ensemble des riverains présents dans la zone d'étude, le risque est également non préoccupant.

Compte tenu des faibles résultats, il n'a pas été jugé pertinent de présenter une cartographie du QD ingestion de la zone.

5.4.4 Résultats des calculs des Excès de risque individuel (effets cancérigènes sans seuil)

5.4.4.1 Risques liés à l'exposition par inhalation

Les calculs d'ERI (adulte et enfant) effectués pour les cibles sélectionnées sont présentés dans le tableau ci-dessous. Pour les effets cancérigènes, la somme des ERI est calculée conformément aux préconisations du guide INERIS. Cette démarche est utilisée dans le cadre des ERS afin d'estimer un risque majorant lié à l'exposition à des substances cancérigènes. Les ERI sont cumulés pour les périodes d'exposition adulte et enfant considérant qu'une personne peut être exposée pendant 30 ans, d'abord pendant son enfance (6 ans) puis sa vie d'adulte (24 ans). Ceci est équivalent au calcul de l'ERI adulte sur 30ans pour l'inhalation.

Tableau 32 : Excès de Risque individuel liés à l'inhalation pour la population « Adulte » + « Enfant » – Usage Résidentiel

Cibles	ERI Inhalation - Adulte + Enfant (Résidentiel)					
	Benzène	As	Ni	Pb	CrVI	Total
Point 1	5,9E-09	4,4E-08	3,2E-08	9,7E-09	1,9E-07	2,8E-07
Point 2	1,3E-08	5,2E-08	4,5E-08	9,9E-09	2,9E-07	4,1E-07
Point 3	1,9E-09	1,6E-08	1,2E-08	3,3E-09	7,7E-08	1,1E-07
Point 4	2,3E-09	1,8E-08	1,4E-08	3,2E-09	1,0E-07	1,4E-07
Point 5	4,0E-09	2,3E-08	1,8E-08	4,7E-09	1,2E-07	1,7E-07
Point 6	1,5E-09	1,7E-08	1,3E-08	2,6E-09	1,1E-07	1,5E-07
Point 7	1,8E-09	1,6E-08	1,3E-08	2,7E-09	9,8E-08	1,3E-07
Point 8	1,0E-08	5,8E-08	4,3E-08	1,2E-08	2,8E-07	4,0E-07
Point 9	7,2E-09	3,3E-08	2,3E-08	6,8E-09	1,5E-07	2,2E-07
Point 10	1,3E-08	6,9E-08	5,0E-08	1,3E-08	3,6E-07	5,1E-07
Point 11	1,2E-08	3,4E-08	2,5E-08	7,1E-09	1,7E-07	2,4E-07
Max	1,3E-08	6,9E-08	5,0E-08	1,3E-08	3,7E-07	5,1E-07

Tableau 33 : Excès de Risque individuel liés à l'inhalation pour la population « Adulte » – Usage Professionnel

Cibles	ERI Inhalation - Adulte (Professionnel)					
	Benzène	As	Ni	Pb	CrVI	Total
Point 12	9,0E-09	2,1E-14	1,3E-06	1,1E-09	5,7E-06	7,0E-06
Point 13	8,6E-09	2,2E-14	1,5E-06	1,1E-09	5,0E-06	6,5E-06
Point 14	8,6E-09	2,2E-14	1,5E-06	1,1E-09	5,0E-06	6,5E-06
Point 15	8,7E-09	2,6E-14	2,1E-06	1,3E-09	6,7E-06	8,8E-06
Point 16	1,4E-08	2,5E-14	1,8E-06	1,3E-09	7,5E-06	9,3E-06
Max	1,4E-08	2,6E-14	2,1E-06	1,3E-09	7,5E-06	9,3E-06

Le risque est porté par le chrome VI et le nickel, adulte ou enfant en situation résidentielle comme professionnelle. On constate que l'ERI total calculé reste inférieur au seuil de 10^{-5} , même pour la cible associée à un usage résidentiel la plus exposée n°10.

Rappelons que ce point, a été considéré avec une fréquence d'exposition maximale. Ainsi il peut être retenu comme représentatif des riverains les plus impactés. Il est donc possible de conclure que pour l'ensemble des riverains présents dans la zone d'étude, le risque est également non préoccupant.

Les iso-courbes des Excès de Risque Individuel sur l'ensemble de l'aire d'étude sont présentées à la figure suivante pour un usage résidentiel (le projet est illustré en surface pleine de couleur noire). Les points 12 à 16, à usage professionnel ne sont donc pas représentés sur la figure suivante.

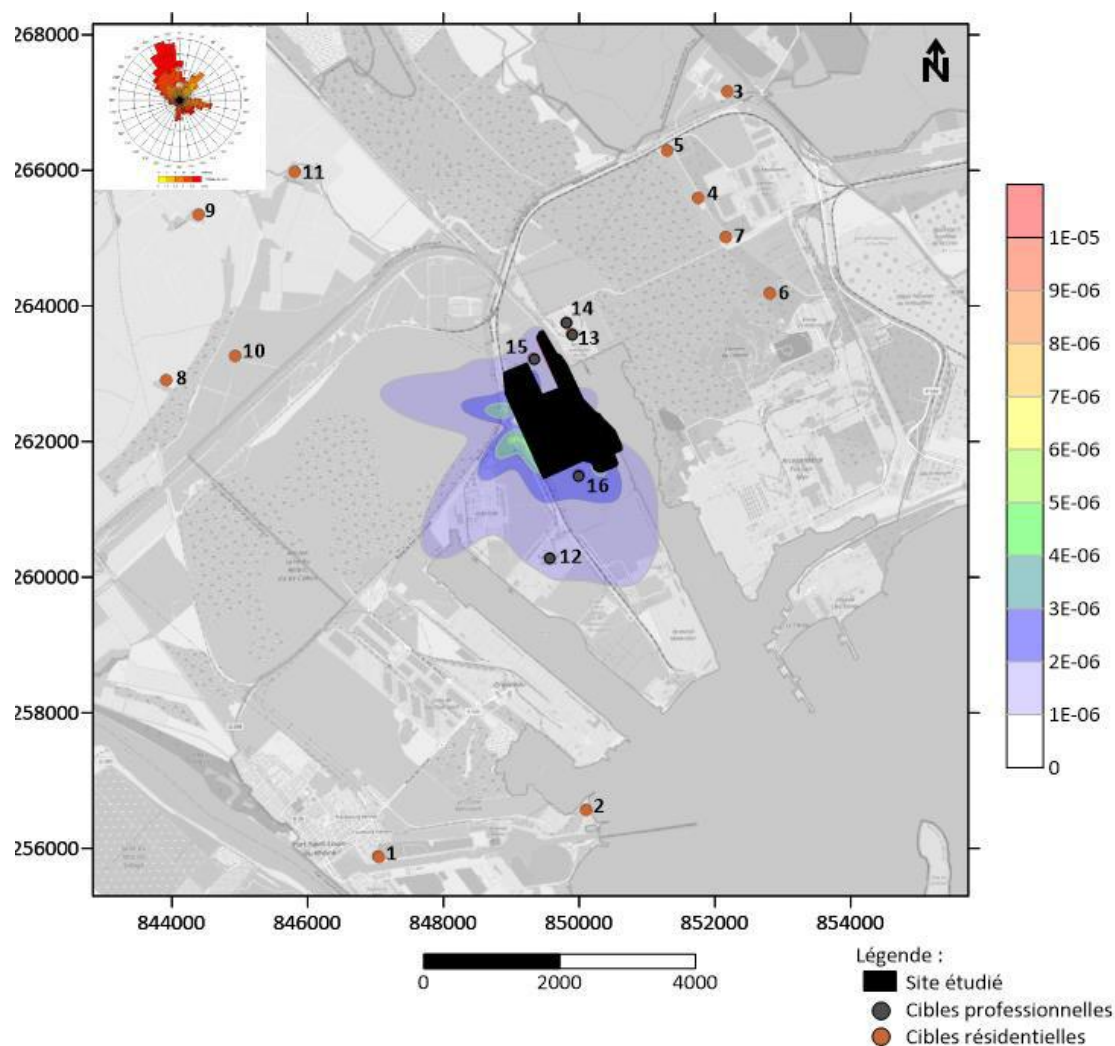


Figure 37 : Courbes iso-ERI Adulte + Enfant autour du site Marcegaglia – Inhalation – Usage résidentiel uniquement

Aucun dépassement du seuil de 10^{-5} n'est observé pour cette voie d'exposition par inhalation sur une vie entière.

5.4.4.2 Risques liés à l'exposition par ingestion

Les calculs d'ERI effectués pour les cibles sélectionnées sont présentés dans les tableaux ci-dessous, pour la population « adulte » puis « enfant ». Pour rappel, le scénario « ingestion » n'est pas jugé pertinent pour les cibles « professionnelles ».

5.4.4.2.1 Ingestion de sol

Tableau 34 : ERI liés à l'ingestion de sol, par substance – Adultes et enfants

Cibles	ERI Ingestion - Adulte - SOL				Cibles	ERI Ingestion - Enfant - SOL			
	As	Pb	CrVI	Total		As	Pb	CrVI	Total
Point 1	1,2E-06	9,5E-10	3,3E-10	1,2E-06	Point 1	2,1E-06	1,6E-09	5,7E-10	2,1E-06
Point 2	2,7E-06	1,7E-09	1,1E-09	2,7E-06	Point 2	4,7E-06	2,9E-09	1,8E-09	4,7E-06
Point 3	5,0E-07	3,7E-10	1,5E-10	5,0E-07	Point 3	8,6E-07	6,3E-10	2,6E-10	8,6E-07
Point 4	5,5E-07	3,6E-10	2,0E-10	5,5E-07	Point 4	9,4E-07	6,2E-10	3,4E-10	9,4E-07
Point 5	8,0E-07	5,9E-10	2,6E-10	8,1E-07	Point 5	1,4E-06	1,0E-09	4,4E-10	1,4E-06
Point 6	5,3E-07	2,8E-10	2,3E-10	5,3E-07	Point 6	9,0E-07	4,9E-10	3,9E-10	9,0E-07
Point 7	5,4E-07	3,6E-10	1,8E-10	5,4E-07	Point 7	9,1E-07	6,2E-10	3,1E-10	9,2E-07
Point 8	2,1E-06	1,5E-09	6,0E-10	2,1E-06	Point 8	3,6E-06	2,6E-09	1,0E-09	3,6E-06
Point 9	1,3E-06	9,4E-10	3,8E-10	1,3E-06	Point 9	2,2E-06	1,6E-09	6,5E-10	2,2E-06
Point 10	2,7E-06	1,9E-09	8,3E-10	2,7E-06	Point 10	4,6E-06	3,2E-09	1,4E-09	4,6E-06
Point 11	1,7E-06	1,2E-09	5,2E-10	1,7E-06	Point 11	2,9E-06	2,1E-09	8,9E-10	2,9E-06
Max	2,7E-06	1,9E-09	1,1E-09	2,7E-06	Max	4,7E-06	3,2E-09	1,8E-09	4,7E-06

5.4.4.2.2 Ingestion de végétaux

Tableau 35 : ERI liés à l'ingestion de végétaux, par substance – Adultes et enfants

Cibles	ERI Ingestion - Adulte - Végétaux				Cibles	ERI Ingestion - Enfant - Végétaux			
	As	Pb	CrVI	Total		As	Pb	CrVI	Total
Point 1	6,4E-07	9,6E-10	5,6E-10	6,4E-07	Point 1	3,2E-07	5,4E-10	3,1E-10	3,2E-07
Point 2	1,4E-06	1,7E-09	1,8E-09	1,4E-06	Point 2	7,1E-07	9,5E-10	1,0E-09	7,1E-07
Point 3	2,6E-07	3,7E-10	2,6E-10	2,6E-07	Point 3	1,3E-07	2,1E-10	1,4E-10	1,3E-07
Point 4	2,8E-07	3,7E-10	3,4E-10	2,8E-07	Point 4	1,4E-07	2,1E-10	1,9E-10	1,4E-07
Point 5	4,1E-07	5,9E-10	4,4E-10	4,2E-07	Point 5	2,1E-07	3,3E-10	2,4E-10	2,1E-07
Point 6	2,7E-07	2,9E-10	3,8E-10	2,7E-07	Point 6	1,4E-07	1,6E-10	2,1E-10	1,4E-07
Point 7	2,8E-07	3,6E-10	3,1E-10	2,8E-07	Point 7	1,4E-07	2,0E-10	1,7E-10	1,4E-07
Point 8	1,1E-06	1,5E-09	1,0E-09	1,1E-06	Point 8	5,4E-07	8,7E-10	5,6E-10	5,4E-07
Point 9	6,7E-07	9,4E-10	6,4E-10	6,7E-07	Point 9	3,3E-07	5,3E-10	3,5E-10	3,3E-07
Point 10	1,4E-06	1,9E-09	1,4E-09	1,4E-06	Point 10	6,9E-07	1,1E-09	7,8E-10	6,9E-07
Point 11	8,9E-07	1,2E-09	8,8E-10	8,9E-07	Point 11	4,4E-07	6,9E-10	4,9E-10	4,4E-07
Max	1,4E-06	1,9E-09	1,8E-09	1,4E-06	Max	7,1E-07	1,1E-09	1,0E-09	7,1E-07

5.4.4.2.3 Ingestion de sol et végétaux

Tableau 36 : ERI liés à l'ingestion de sol et végétaux, par substance – Adultes + enfants (vie entière)

Cibles	ERI Ingestion - Adulte + Enfants - Sol & Végétaux			
	As	Pb	CrVI	Total
Point 1	4,0E-06	3,7E-09	1,6E-09	4,0E-06
Point 2	8,7E-06	6,5E-09	5,2E-09	8,7E-06
Point 3	1,6E-06	1,4E-09	7,4E-10	1,6E-06
Point 4	1,7E-06	1,4E-09	9,6E-10	1,7E-06
Point 5	2,6E-06	2,3E-09	1,2E-09	2,6E-06
Point 6	1,7E-06	1,1E-09	1,1E-09	1,7E-06
Point 7	1,7E-06	1,4E-09	8,7E-10	1,7E-06
Point 8	6,6E-06	6,0E-09	2,9E-09	6,6E-06
Point 9	4,1E-06	3,6E-09	1,8E-09	4,1E-06
Point 10	8,5E-06	7,3E-09	4,0E-09	8,5E-06
Point 11	5,5E-06	4,8E-09	2,5E-09	5,5E-06
Max	8,7E-06	7,3E-09	5,2E-09	8,7E-06

5.4.4.3 Risques liés à l'exposition multiple

Les ERI sont cumulés pour une exposition de 30 ans, considérant qu'une personne peut être exposée pendant son enfance (6 ans) puis sa vie d'adulte (24 ans). Les résultats obtenus sont les suivants.

Tableau 37 : ERI liés à l'exposition multiple (adulte + enfant)

Cibles	ERI inhalation & Ingestion - Adulte + Enfant					
	Benzène	As	Ni	Pb	CrVI	Total
Point 1	5,9E-09	4,0E-06	3,2E-08	1,3E-08	1,9E-07	4,2E-06
Point 2	1,3E-08	8,8E-06	4,5E-08	1,6E-08	3,0E-07	9,1E-06
Point 3	1,9E-09	1,6E-06	1,2E-08	4,7E-09	7,8E-08	1,7E-06
Point 4	2,3E-09	1,8E-06	1,4E-08	4,7E-09	1,0E-07	1,9E-06
Point 5	4,0E-09	2,6E-06	1,8E-08	7,0E-09	1,2E-07	2,7E-06
Point 6	1,5E-09	1,7E-06	1,3E-08	3,7E-09	1,1E-07	1,8E-06
Point 7	1,8E-09	1,7E-06	1,3E-08	4,1E-09	9,9E-08	1,8E-06
Point 8	1,0E-08	6,7E-06	4,3E-08	1,8E-08	2,8E-07	7,0E-06
Point 9	7,2E-09	4,1E-06	2,3E-08	1,0E-08	1,5E-07	4,3E-06
Point 10	1,3E-08	8,6E-06	5,0E-08	2,1E-08	3,7E-07	9,0E-06
Point 11	1,2E-08	5,5E-06	2,5E-08	1,2E-08	1,7E-07	5,7E-06
Point 12	9,0E-09	2,1E-14	1,3E-06	1,1E-09	5,7E-06	7,0E-06
Point 13	8,6E-09	2,2E-14	1,5E-06	1,1E-09	5,0E-06	6,5E-06
Point 14	8,6E-09	2,2E-14	1,5E-06	1,1E-09	5,0E-06	6,5E-06
Point 15	8,7E-09	2,6E-14	2,1E-06	1,3E-09	6,7E-06	8,8E-06
Point 16	1,4E-08	2,5E-14	1,8E-06	1,3E-09	7,5E-06	9,3E-06
Max	1,4E-08	8,8E-06	2,1E-06	2,1E-08	7,5E-06	9,3E-06

Ces résultats montrent que les niveaux de risque sont tous inférieurs au seuil de 10^{-5} , y compris lorsque les hypothèses suivantes sont cumulées :

- Les individus sont exposés pendant 30 ans, pendant leurs vies d'enfant (6 ans) et d'adulte (24 ans) – à noter que pour les 4 entreprises une exposition de 8 h par jour, 218 jours par an est retenue et que l'exposition « enfant » n'est pas considérée, ainsi que l'ingestion,
- Toutes les voies d'exposition sont cumulées. Cela revient à considérer qu'un riverain est exposé par inhalation, ingestion de sol et de produits cultivés quotidiennement et tout au long de la vie,
- Les valeurs de concentration d'émission proposées dans cette Évaluation des Risques Sanitaires n'engendrent pas de risque sanitaire préoccupant.

La cible n°10, cible la plus exposée sous les vents secondaires, présente des excès de risque individuel inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5} . Le risque cancérogène est donc considéré comme non préoccupant.

Rappelons que ce point, a été considéré avec une fréquence d'exposition maximale. Ainsi il peut être retenu comme représentatif des riverains les plus impactés. Il est donc possible de conclure que pour l'ensemble des riverains présents dans la zone d'étude, le risque est également non préoccupant.

Les iso-courbes des Excès de Risque Individuel sur l'ensemble de l'aire d'étude pour une exposition multiple (inhalation et ingestion pour une vie entière) sont présentées à la figure suivante pour un usage résidentiel et professionnel. Le site de Marcegaglia est illustré en surface pleine de couleur noire. La surface grisée correspond au périmètre associé à un usage professionnel comprenant les différentes industries de la zone (en adéquation avec l'évaluation environnementale du projet stratégique 2025-2029 du Grand Port Maritime de Marseille).

Les dépassements en ERI visibles sur la figure ci-dessus sont caractérisés par une réserve naturelle au nord et la mer Méditerranée au sud. Aucun usage n'est présent sur ces zones.

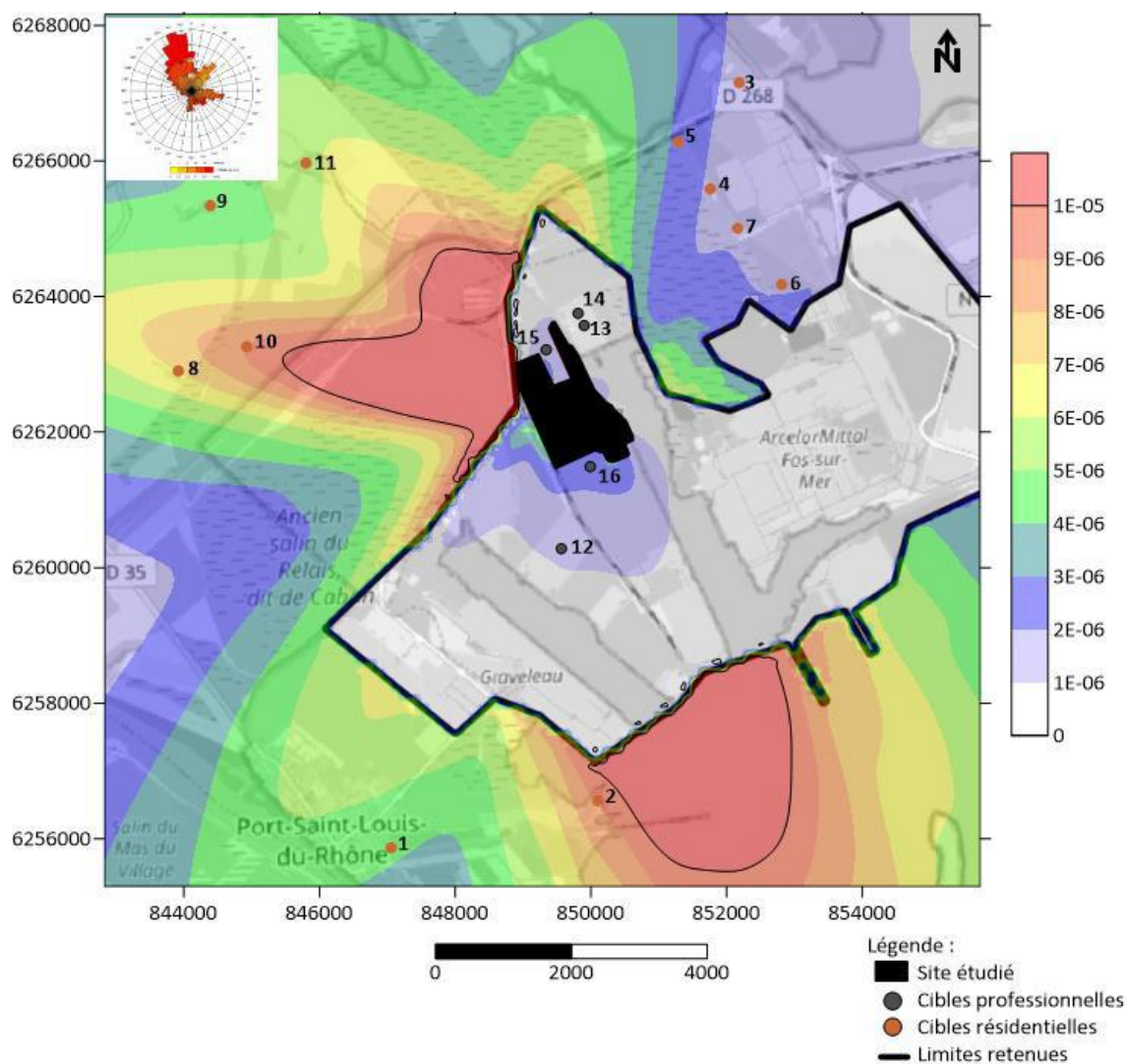


Figure 38 : Courbe iso-ERI liés à l'exposition multiple (adulte + enfant) autour du site Marcegaglia selon un usage professionnel et résidentiel

5.5 Cas particulier des SO₂, NO₂ et Poussières

Les concentrations en poussières PM_{2.5}, NO₂ et SO₂ et leur comparaison aux objectifs de qualité de l'air sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 38 : Comparaison aux objectifs de qualité de l'air des substances sans VTR (SO_x, NO_x, Poussières)

Cibles	Concentration modélisée (µg/m ³)		
	Poussières PM _{2.5}	Dioxydes de soufre (SO ₂)	Dioxydes d'azote NO ₂
Point 1	0,09	0,16	0,27
Point 2	0,11	0,31	0,52
Point 3	0,04	0,06	0,11
Point 4	0,06	0,07	0,13
Point 5	0,06	0,10	0,17
Point 6	0,06	0,07	0,14
Point 7	0,06	0,06	0,12
Point 8	0,13	0,25	0,40
Point 9	0,07	0,16	0,25
Point 10	0,18	0,31	0,51
Point 11	0,08	0,21	0,31
Point 12	0,50	0,53	1,07
Point 13	0,27	0,40	0,62
Point 14	0,27	0,39	0,63
Point 15	0,69	0,94	1,53
Point 16	1,03	1,09	1,97
Objectifs qualité de l'air	10	50	40
valeurs guides OMS	5	-	10

Au regard des hypothèses retenues, les concentrations en PM_{2.5} et NO₂, sont inférieures aux valeurs guides de l'OMS définies pour les seuils relatifs à la qualité de l'air. On note de ce fait que ces concentrations sont également bien inférieures aux valeurs réglementaires françaises en moyenne annuelle. La Figure 39 illustre un panache en NO₂ qui suit les vents dominants, tout en restant bien inférieur à la valeur réglementaire française sur toute la zone d'étude.

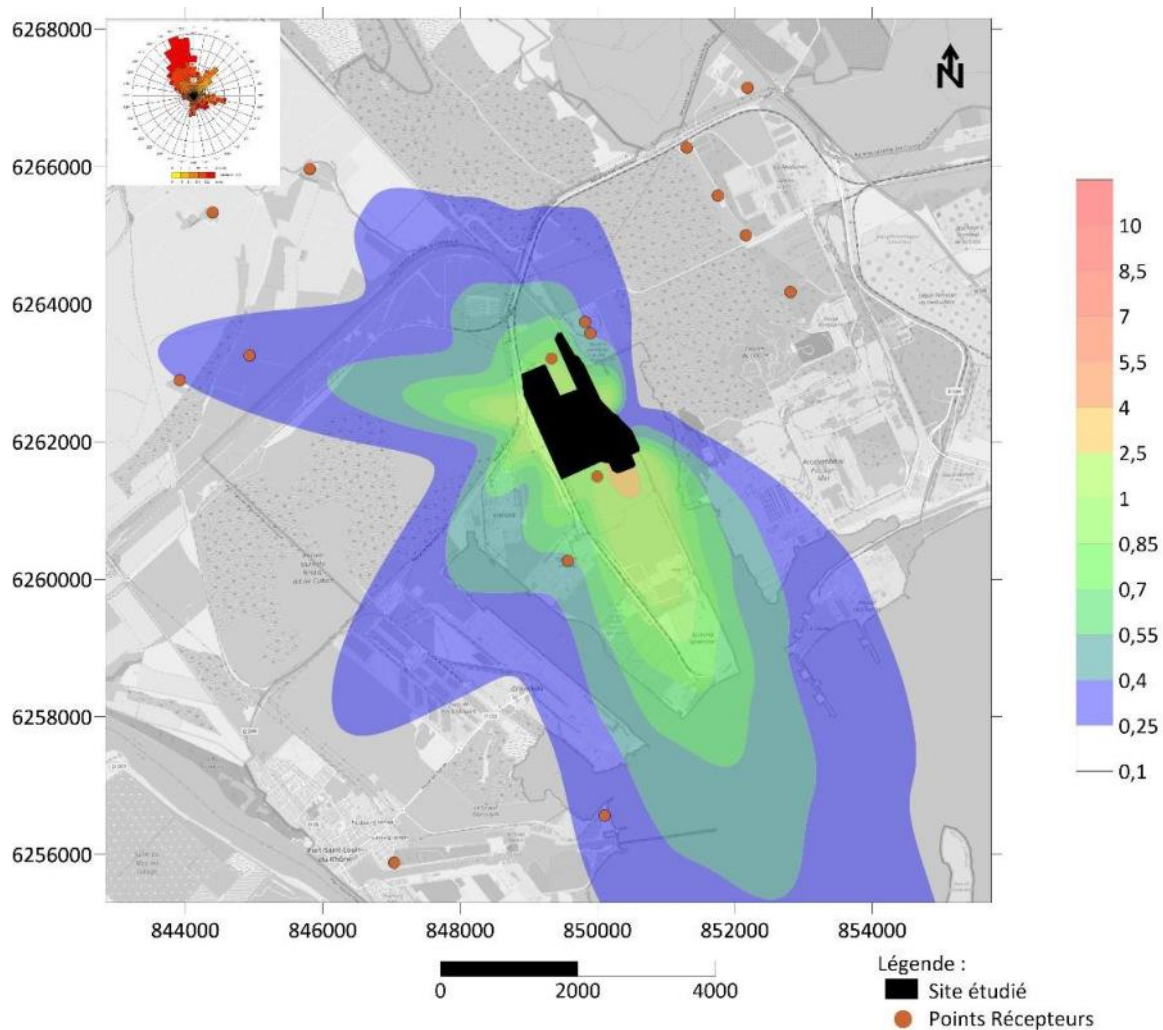


Figure 39 : Courbes d'iso-concentration de NO₂ dans l'air

6 Discussion des incertitudes

Les principales étapes de la caractérisation des risques liés à l'activité actuelle et future du site Marcegaglia sont :

- L'identification des dangers, comprenant la quantification des flux ;
- Les relations dose-effet ;
- L'évaluation de l'exposition, comprenant la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Chacune de ces étapes s'accompagne d'incertitudes qui sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous.

6.1 Incertitudes liées à l'identification des dangers

6.1.1 Quantification des flux

Les flux émis ont été calculés sur la base d'un fonctionnement en capacité maximale du site et des équipements. Les valeurs maximales s'appuient sur les VLE applicables au site ainsi que sur les débits maximaux enregistrés.

En cas d'absence de VLE pour une seule substance, une spéciation du groupe a été faite via les 3 dernières années de mesures en ces composés.

Cette approche est donc majorante pour les substances disposant de VLE.

Les COV ont été assimilés comme étant uniquement du benzène. Cette approche est réaliste compte tenu du processus de fabrication du site Marcegaglia.

Il est important de préciser que pour la source SC25 « Dépoussiérage aciérie » qui est la source actuelle la plus émettrice en termes de métaux et notamment d'arsenic qui porte le risque sanitaire pour l'ERI ingestion, les mesures attestent de résultats bien inférieurs aux VLE respectives pour les différents composés de cette source. Le tableau ci-dessous présente ces comparaisons.

Tableau 39 : Comparaison des VLE avec les valeurs mesurées pour la source SC25 « Dépoussiérage aciérie » (en mg/Nm³)

Élément mesuré	Concentration totale: rejet 26																VLE	Différence minimale absolue à la VLE (mg/Nm ³)	Différence minimale relative à la VLE (%)
	S1 2018	S2 2018	S1 2019	S2 2019	S1 2020	S2 2020	S1 2021	S2 2021	S1 2022	S2 2022	S1 2023	S2 2023	S1 2024	S2 2024	S1 2025	S2 2025			
SO ₂	18,46	0	24,3	27	11,6	30	9,6	3,000	6,190	7,600	14,4	23,3	8,2	3,85	4,03	2,53	100	77	77%
NO _X	31,97	21,7	10,2	9,4	20	1,8	5,87	7,500	6,700	10,500	22	3,2	6,5	0,000	3	0	100	68	68%
COVNM (assimilé au benzène)	1,18	0	1,1	0,1	2,6	0	0,24	0,000	0,620	0,000	0,120	0,000	0,000	1,140	0,16	0	10	9	90%
Poussières	7,69	5	4,2	8,2	9,1	6,3	7,65	3,540	3,420	8,600	9,46	8,5	4,2	1,38	2,21	6,84	5	0,8	8%
Hg	0,000	0,0488	0,0097	0,0025	0,0135	0,003	0,039	0,007	0,000	0,012	0,000	0,000	0,002	0,000	0,0003	0,00001	0,05	0,01	20%
Pb	0,120	0,074	0,0726	0,0405	0,0356	0,0839	0,1434	0,070	0,017	0,088	0,092	0,014	0,133	0,045	0,036	0,067	0,5	0,85	85%
Cd	0,0009	0,0016	0,0222	0,0010	0,0043	0,0154	0,0014	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,006	0,002	0,021	0,0004	0,05	0,03	60%
Tl	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0	0	0,05	0,038	76%
Sb+Cr+Co+Cu+ Sn+Mn+Ni+V+Zn	2,1322	1,6387	1,1189	2,3452	1,2954	3,6265	2,0882	1,061	0,301	1,939	2,901	0,465	2,019	0,957	0,93	2,1	5	1,4	28%
As+Se+Te	0,0017	0,0023	0,0009	0,0012	0,0034	0,0009	0,0031	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002	0,001	0,0029	0,0015	0,5	0,99	99%
Cd+Ti+Hg	0,0009	0,0504	0,0327	0,0035	0,0186	0,0186	0,0412	0,008	0,000	0,013	0,001	0,001	0,010	0,002	0,021	0,0005	0,1	0,05	50%
PCDD/PCDF (en ng/Nm ³ I-TEQ)	0,018	0,061	0,061	0,002	0,014	0,039	0,00027	0,000000011	0,000000830	0,000000005	0,000000005	0,000000005	0,000000002	0	0	0,0057	0,1	0,04	40%

En gras les valeurs maximales mesurées

Pour cette seule source émettrice, le groupe As+Se+Te possède une VLE très supérieure à la valeur maximale mesurée (0,0031 mg/Nm³) en 2021. D'après la répartition décrite au Tableau 4, l'arsenic représente 26,5% de ces trois composés soit une VLE pour l'arsenic de 0,13 mg/Nm³. La valeur maximale mesurée est donc 40 fois inférieure à cette valeur limite.

6.1.2 Choix des scénarii étudiés

Les scénarios retenus et étudiés sont :

- L'inhalation de composés gazeux et particulaires,
- L'ingestion de sol, de végétaux auto-produits.

Ce choix repose sur une étude « sources - vecteurs - cibles » et sur la modélisation de la dispersion dans l'air des substances identifiées comme traceurs du risque.

Cette approche se veut réaliste de l'environnement du site et ses usages.

6.2 Incertitudes liées aux relations dose-effet

Les calculs de risque ont été réalisés à partir des valeurs toxicologiques de référence fournies par des organismes reconnus internationalement et choisies conformément aux recommandations établies par la note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

Ce choix est conforme aux recommandations de la note ministérielle DGS/DGPR d'octobre 2014.

6.3 Incertitudes liées à l'évaluation de l'exposition

6.3.1 Incertitudes liées à la modélisation de la dispersion

Le logiciel ADMS fait partie des logiciels de calculs de dispersion élaborés, intégrant de nombreuses options, et reconnus par la communauté scientifique. Les études de validation du modèle, ainsi que les tests inter-modèles réalisés avec les modèles mondialement reconnus de l'US-EPA (ISCST3 et AERMOD), montrent une bonne performance du modèle ADMS.

Tout modèle est une représentation simplifiée de la réalité, comprenant des éléments d'incertitude qu'il est important de prendre en compte, notamment pour l'analyse des résultats. La qualité de ces résultats dépend d'une part, du modèle et de la modélisation (phénomène modélisé, équations utilisées, ...) et d'autre part, de la qualité des données d'entrée saisies dans le modèle.

L'hypothèse que la modélisation et les mesures fournissent une estimation à long terme de ce qui se passe dans l'environnement repose sur la représentativité des données météorologiques indispensables à la simulation.

Les paramètres d'entrée du modèle (données météorologiques, caractéristiques des sources, etc.) correspondent à des données adaptées, disponibles à ce jour pour le site et son environnement et qui sont conformes au principe de proportionnalité.

Les données météorologiques ont pour cela été choisies sur une période de 3 ans (2018-2020) au niveau de la station météorologique la plus proche du site.

Il est raisonnable de considérer que les résultats fournis par ce type de modèle sont du même ordre de grandeur que les concentrations qui pourraient être observées.

La modélisation mise en œuvre ne tient pas compte des phénomènes de dégradation advenant après diffusion dans l'environnement ni des phénomènes de complexation de substances.

6.3.2 Incertitudes liées aux taux de pénétration

Le taux de pénétration des polluants à l'intérieur des habitats a été pris comme étant égal à 100%. Cette approche est pénalisante puisque la pénétration dépend de la qualité de l'air extérieur, de la localisation de l'habitat, de l'étage, du nombre et du type d'ouvertures. Il diffère également selon le type de polluants. **Cette approche est majorante.**

6.3.2.1 Paramètres d'exposition

Nous avons considéré que durant 30 ans, l'ensemble des sources d'émissions atmosphériques fonctionne à leur capacité maximale.

Les risques ont été calculés en prenant comme hypothèse que les personnes vivant dans les habitations situées à proximité sont exposées 100% du temps à la concentration obtenue en un point donné. **Cette approche est sécuritaire car elle ne prend pas en compte le déplacement des populations.**

Les modalités d'exposition varient d'un individu à l'autre (volume respiratoire, quantité de poussières inhalées, poids corporel, etc.).

Les formules d'exposition sont linéaires. Ainsi, la variation en pourcentage d'un paramètre d'exposition, comme par exemple la fréquence d'exposition, induit un pourcentage de variation identique sur le résultat. **Cette hypothèse est très sécuritaire.**

6.3.2.2 Incertitudes sur la non prise en compte de la biodisponibilité

Selon leur spéciation, la biodisponibilité des substances inhalées et/ou ingérée varie. Il a été pris comme hypothèse sécuritaire que tout ce qui est inhalé ou ingéré passe dans l'organisme.

Cette approche est majorante.

6.3.3 Bilan des incertitudes

L'approche qui a été suivie pour évaluer l'impact sur la santé publique des rejets atmosphériques du site est basée sur les informations spécifiques au site (caractéristiques physiques des émissaires et flux d'émission), sur des données représentatives (valeurs statistiques pour les paramètres d'exposition) et sur des hypothèses pénalisantes, en particulier pour les scénarii d'exposition (exposition permanente pour les résidents) et d'émission (émissions maximales basées sur les valeurs limites).

Aux incertitudes évaluées précédemment peuvent s'ajouter également les incertitudes liées aux connaissances techniques du moment, comme la validité des valeurs toxicologiques ainsi que l'interaction éventuelle entre certaines substances. Ces incertitudes ne sont cependant pas quantifiables en l'état.

Ces incertitudes ne sont donc pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

7 Conclusion

Cette étude vise à évaluer l'impact du site Marcegaglia de Fos-sur-Mer sur la santé des populations avoisinantes de manière déconnectée du bruit de fond existant (circulation automobile, etc.).

Les sources de danger potentiel pour la santé des populations environnantes retenues sont les émissions gazeuses et particulaires du site, issues de l'ensemble des émissaires canalisés et diffus.

Les scénarios retenus et étudiés sont :

- L'inhalation de composés gazeux et particulaires,
- L'ingestion de sol et de végétaux auto-produits, après les dépôts des composés particulaires.

Les traceurs de risque retenus sont récapitulés ci-dessous :

- Objectif qualité de l'air : PM (Poussières), NO₂ (oxydes d'azote), SO₂ (oxydes de soufre) ;
- Traceurs de risque inhalation : Acide chlorhydrique, Dioxines et furanes, Benzène, Cadmium, Mercure, Arsenic, Antimoine, Cobalt, Cuivre, Manganèse, Nickel, Vanadium, Plomb, Chrome III, Chrome VI.
- Traceurs de risque ingestion : Dioxines et furanes, Cadmium, Mercure, Arsenic, Antimoine, Cobalt, Cuivre, Manganèse, Nickel, Zinc, Plomb, Chrome III, Chrome VI.

Pour l'IEM, les concentrations mesurées en PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, benzène, plomb, nickel, cadmium et en arsenic, en dehors du site Marcegaglia restent toutes inférieures aux valeurs réglementaires. L'état du milieu « air » est donc compatible avec les usages pour ces composés. L'état du milieu est également compatible avec les usages identifiés pour l'ensemble des autres traceurs mesurés tels que le mercure et le chrome VI.

Les niveaux mesurés pour les dioxines et furanes PCDD/F conduisent à une incertitude quant à la compatibilité des milieux avec les usages pour un seul point (S2) sous influence du site. Toutefois, il est rappelé que la concentration maximale mesurée retenue est prise sur un point S2 localisée sur une exposition majorante sans usage réel (secteur industriel non associé à la présence d'enfant ni à de l'ingestion de sol)

L'état des milieux est compatible avec les usages identifiés pour les autres traceurs mesurés.

Pour rappel, les mesures sont réalisées sur des milieux intégrateurs de la pollution de l'ensemble des sources de la zone industrielle de Fos-sur-Mer.

Pour l'ERS, en retenant une approche majorante pour les paramètres (temps d'exposition, concentrations retenues, etc.), l'évaluation montre que les Quotients de Danger et les Excès de Risques Individuels calculés au niveau des cibles résidentielles comme professionnelles sont inférieurs aux seuils d'acceptabilité retenus en France, respectivement de 1 en QD, et de 10⁻⁵ en ERI.

Pour les poussières, les oxydes de soufre et les oxydes d'azote, les objectifs de qualité de l'air ne sont pas dépassés au niveau des cibles et sur l'ensemble du domaine modélisé.

Pour l'adéquation entre les résultats de l'ERS et le plan de surveillance environnemental actuel :

Les substances identifiées comme traceurs de risque dans l'ERS sont principalement :

- les poussières (PM),
- les oxydes d'azote (NO₂),
- le dioxyde de soufre (SO₂),
- le benzène,
- les métaux (notamment As, Cd, Ni, Pb, Cr VI, Hg),
- les dioxines et furanes (PCDD/F).

Le dispositif de surveillance environnementale de Marcegaglia s'appuie sur :

- le réseau permanent AtmoSud pour les PM, NO₂, SO₂, benzène et plusieurs métaux réglementés ;
- les programmes régionaux spécifiques (POLIS, SCENARII) apportant des données complémentaires sur le mercure et le chrome VI ;
- le suivi semestriel des eaux souterraines imposé par l'arrêté préfectoral ;
- les campagnes réalisées sur les sols de surface comprenant les métaux et les PCDD/F.

Les substances identifiées comme déterminantes dans l'ERS font donc l'objet d'un suivi direct ou indirect au travers des réseaux de surveillance existants. Le plan de surveillance est ainsi considéré comme cohérent avec les substances présentant les enjeux sanitaires les plus significatifs.

Les matrices actuellement surveillées sont :

- l'air ambiant (stations fixes AtmoSud et campagnes spécifiques),
- les sols superficiels (campagnes d'investigation environnementale),
- les eaux souterraines (réseau piézométrique du site).

Ces matrices correspondent aux milieux retenus dans le schéma conceptuel de l'ERS et couvrent les principaux vecteurs de transfert identifiés. Le dispositif est donc jugé adapté aux voies d'exposition mises en évidence par l'étude sanitaire.

Les points de surveillance disponibles sont implantés :

- à proximité du site dans l'environnement industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer ;
- dans les secteurs représentatifs de l'exposition régionale via les stations AtmoSud ;
- dans les zones de retombées potentielles au travers des prélèvements de sols S1 et S2 (définis comme majorant compte tenu de leur position sur une zone professionnelle sans d'usage direct) ;
- avec un point témoin (S3) permettant la comparaison avec l'état du milieu local.

Par ailleurs, les populations riveraines les plus proches tout comme les premiers établissements sensibles sont situées à plus de 3 km du site. Les zones de surveillance retenues couvrent ainsi les secteurs susceptibles de recevoir les retombées atmosphériques les plus importantes ainsi que les zones représentatives de l'environnement local.

Finalement et au regard des résultats de l'IEM et de l'ERS, le plan de surveillance environnementale actuellement déployé apparaît adapté :

- aux substances présentant les enjeux sanitaires principaux ;
- aux matrices environnementales pertinentes identifiées par le schéma conceptuel ;
- aux secteurs géographiques susceptibles d'être les plus impactés par les émissions du site.

Compte tenu de l'augmentation des capacités de production associée au projet Mistral et de l'apparition de nouveaux émissaires (sans changement de process), il pourra néanmoins être pertinent de maintenir un suivi périodique afin de confirmer dans le temps les conclusions favorables de l'ERS.

ANNEXES

Annexe 1 : Valeurs retenues (en kg/an) pour les sources d'émissions atmosphériques

Flux (kg/an)																											
Id	Nom	PM	SO2	NOx eq NO2	CO	HCl	Dioxines Furanes PCDD/F	COV eq Benzène	Cd	Hg	TI	As	Se	Te	Sb	Co	Cu	Sn	Mn	Ni	Zn	V	Pb	Cr	Cr III	Cr VI	
SC01	Chaudière gaz	4,3E+02	3,0E+03	8,7E+03	8,7E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	
SC02	Four Pits Oxygaz 13	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC03	Four Pits Oxygaz 14	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC04	Four Pits Oxygaz 15	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC05	Four Pits Oxygaz 16	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC06	Four Pits Oxygaz 17	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC07	Four Pits Oxygaz 18	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC08	Four Pits Oxygaz 19	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC09	Four Pits Oxygaz 20	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC10	Four Pits Oxygaz 21	1,9E+03	4,4E+02	4,4E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,3E-01	6,3E-01	6,3E-01	1,2E+01	4,2E-01	4,4E-01	9,3E-01	1,4E+00	2,0E+00	2,1E+01	3,9E+00	4,6E+00	8,5E+00	3,8E-01	1,3E+01	2,01E+01	1,85E+01	1,60E+00	
SC11	Four Pits Oxygaz 11	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC12	Four Pits Oxygaz 12	2,9E+03	6,8E+02	6,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,7E-01	9,7E-01	9,7E-01	1,8E+01	6,4E-01	6,7E-01	1,4E+00	2,2E+00	3,1E+00	3,2E+01	6,0E+00	7,0E+00	1,3E+01	5,8E-01	1,9E+01	3,09E+01	2,84E+01	2,46E+00	
SC13	Four Pits Oxygaz 9 (PAC 2021)	9,9E+02	2,3E+02	2,3E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,3E-01	3,3E-01	3,3E-01	6,2E+00	2,2E-01	2,3E-01	4,9E-01	7,6E-01	1,0E+00	1,1E+01	2,0E+00	2,4E+00	4,5E+00	2,0E-01	6,6E+00	1,06E+01	9,75E+00	8,42E-01	
SC14	Four Pits Oxygaz 10 (PAC 2021)	9,9E+02	2,3E+02	2,3E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,3E-01	3,3E-01	3,3E-01	6,2E+00	2,2E-01	2,3E-01	4,9E-01	7,6E-01	1,0E+00	1,1E+01	2,0E+00	2,4E+00	4,5E+00	2,0E-01	6,6E+00	1,06E+01	9,75E+00	8,42E-01	
SC15	Four de réchauffage des billettes	5,6E+02	2,0E+03	2,0E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,8E+00	2,8E+00	2,8E+00	2,9E+01	2,5E+01	1,4E+00	3,2E-01	2,8E-01	3,0E+01	9,9E-01	7,4E+01	2,9E+01	1,3E+02	9,7E-01	5,6E+01	1,16E+01	1,13E+01	2,43E-01	
SC17	Four d'austénitisation	2,9E+02	5,1E+02	5,1E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,3E-01	7,3E-01	7,3E-01	1,5E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,1E+00	4,8E-01	1,8E+01	5,8E+00	4,0E+01	4,0E-02	1,5E+01	2,22E+00	2,22E+00	0,00E+00	
SC18	Fours de revenu (2)	8,1E+01	1,4E+02	1,4E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-01	2,0E-01	2,0E-01	0,0E+00	4,0E+00	0,0E+00	2,2E-03	0,0E+00	9,4E-01	2,3E-02	1,6E+00	1,2E+00	1,6E+01	0,0E+00	4,0E+00	2,51E-01	2,51E-01	0,00E+00	
SC19	Fours de recuit (conduit 29)	2,0E+02	3,5E+02	3,5E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	5,0E-01	5,0E-01	5,0E-01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,2E+00	0,0E+00	2,6E+01	1,1E+00	1,5E+01	2,3E-02	1,0E+01	1,80E+00	1,80E+00	0,00E+00	
SC20	Four LOI (Amont)	7,5E+02	1,3E+03	1,3E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,9E+00	1,9E+00	1,9E+00	2,6E+01	1,2E+01	0,0E+00	5,1E-01	1,4E-01	7,0E+00	5,8E-01	3,1E+01	8,0E+00	1,3E+02	1,2E+00	3,7E+01	1,08E+01	1,07E+01	1,43E-01	
SC21	Four LOI (Aval)	6,1E+02	1,1E+03	1,1E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,5E+00	1,5E+00	1,5E+00	1,9E+01	1,2E+01	0,0E+00	4,5E-01	4,7E-01	1,1E+01	9,7E-01	2,1E+01	1,3E+01	8,7E+01	5,7E-01	3,1E+01	1,97E+01	1,92E+01	4,84E-01	
SC25	Dépoussiérage Acierie	1,9E+04	3,8E+05	3,8E+05	0,0E+00	0,0E+00	3,8E-04	3,8E+04	1,9E+02	1,9E+02	1,9E+02	5,0E+02	2,1E+02	1,2E+03	3,8E+00	3,2E+00	3,0E+02	6,0E+01	2,3E+03	1,4E+02	1,6E+04	2,6E+01	1,9E+03	5,86E+02	5,58E+02	2,77E+01	
SC26	Décricieuse	1,3E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
SC27	Laveur de buées Tréfilerie décapage	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
SC28	Four électrique et installations de dépoussiérage E1	7,6E+04	5,3E+05	5,3E+05	0,0E+00	0,0E+00	1,5E-03	1,5E+05	7,6E+02	7,6E+02	0,0E+00	2,0E+03	8,4E+02	4,8E+03	6,1E+00	5,1E+00	4,8E+02	9,7E+01	3,6E+03	2,3E+02	2,5E+04	4,2E+01	7,6E+03	9,4E+02	9,4E+02	0,0E+00	
SC29	RHF Stack 1 et 2: ReHeating Furnace Four de réchauffage E02	8,4E+03	0,0E+00	1,3E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	
SC30	RHF Stack 1 et 2: ReHeating Furnace Four de réchauffage E03	8,4E+03	0,0E+00	1,3E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	
SC31	Cheminée de dépoussiérage pour broyeur E04	5,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	

[illegible]

Annexe 9 : Suivi du milieu marin

Suivi 2018 de l'impact des rejets sur le milieu marin du site ASCO INDUSTRIES Fos-sur-Mer

ETUDE N° 2018-4327-CE - 21/12/18



SUIVI



Décembre 2018

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de **Setec in vivo** ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Crédit photographique : Setec in vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Claire Etienne	Chargée d'études, environnement et faune benthique (analyses, rédaction)
Hélène Claudel	Chargée d'études, environnement marin (prélèvements)
Romain Bricou	Technicien, environnement marin (prélèvements)
Philippe Bornens	Directeur (contrôle qualité)

setec in vivo
siège social : Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Râpée
CS 7120
75 583 Paris cedex 12
France

Tél. +33 1 82 51 55 55
invivo@setec.fr

Agence de La Forêt-Fouesnant
ZA La Grande Halte
29 940 La Forêt-Fouesnant
France
Tél. + 33 2 98 51 41 75

Agence de Marseille
4 place Sadi Carnot
13 002 Marseille
France
Tél. + 33 4 86 15 61 80





Table des matières

1	INTRODUCTION	9
2	MATERIELS ET METHODES	10
2.1	CONTEXTE DE LA MISSION	10
2.1.1	<i>Date des mesures et conditions météorologiques</i>	<i>10</i>
2.1.2	<i>Moyens nautiques</i>	<i>10</i>
2.2	CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS	11
2.2.1	<i>Prélèvements</i>	<i>11</i>
2.2.2	<i>Laboratoire d'analyses</i>	<i>14</i>
2.2.3	<i>Analyses réalisées sur les échantillons moyens</i>	<i>14</i>
2.2.4	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>14</i>
2.3	QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE	15
2.3.1	<i>Prélèvements</i>	<i>16</i>
2.3.2	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>17</i>
2.4	CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE	19
2.4.1	<i>Prélèvements</i>	<i>19</i>
2.4.1	<i>Technique de prélèvement.....</i>	<i>19</i>
2.4.2	<i>Traitement des échantillons.....</i>	<i>20</i>
2.4.3	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>22</i>
2.5	SYNTHESE DES ELEMENTS SUIVIS ET NOMENCLATURE ADOPTEE.....	33
3	RESULTATS ET INTERPRETATIONS	34
3.1	CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	34
3.1.1	<i>Données météorologiques.....</i>	<i>34</i>
3.1.2	<i>Courantologie et hydrodynamisme</i>	<i>37</i>
3.1.3	<i>Hydrographie.....</i>	<i>38</i>
3.2	DONNEES D'ACTIVITE ASCO INDUSTRIES ET MESURES INTERNES DE QUALITE DES EAUX	42
3.2.1	<i>Intensité de la production lors des années de suivi</i>	<i>42</i>
3.2.2	<i>Auto surveillance du rejet</i>	<i>43</i>
3.3	SEDIMENTS	43
3.3.1	<i>Granulométrie</i>	<i>43</i>
3.3.2	<i>Composés organiques et nutritifs.....</i>	<i>47</i>
3.3.3	<i>Métaux traces.....</i>	<i>59</i>
3.3.4	<i>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)</i>	<i>82</i>
3.3.5	<i>Les Polychlorobiphényles (PCB)</i>	<i>91</i>
3.3.6	<i>Synthèse pour le sédiments.....</i>	<i>91</i>
3.4	MATIERE VIVANTE	95
3.4.1	<i>Valeurs de référence et ajustement des données</i>	<i>95</i>
3.4.2	<i>Indice de condition.....</i>	<i>100</i>
3.4.3	<i>Métaux traces.....</i>	<i>101</i>
3.4.4	<i>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et Hydrocarbures Totaux.....</i>	<i>116</i>
3.4.5	<i>Les polychlorobiphényles (PCB)</i>	<i>117</i>
3.4.6	<i>Synthèse</i>	<i>121</i>
3.5	SUIVI DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE	122
3.5.1	<i>Composition des peuplements benthiques pour l'année 2018</i>	<i>122</i>
3.5.2	<i>Comparaison inter-suivi de l'évolution des peuplements benthiques</i>	<i>135</i>
3.5.3	<i>Synthèse des peuplements benthiques</i>	<i>139</i>
4	SYNTHESE GENERALE ET CONCLUSION	142
	BIBLIOGRAPHIE.....	145
	ANNEXES.....	147
	BORDEREAUX D'ANALYSE DU LABORATOIRE EUROFINS.....	147
	FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE.....	149



Liste des figures

Figure 1. Évacuation du rejet aqueux au nord-ouest de la Darse 1	9
Figure 2. Le « sylvinat 2 » et son guindeau.....	11
Figure 3. Mise à l'eau de la benne Van Veen.....	12
Figure 4. Présentation d'échantillons de sédiments	13
Figure 5. Benne Ekman et Prélèvement dans la lagune ASCO INDUSTRIES le 18/09/2018.....	13
Figure 6. Prélèvement des moules sur site et tri par classe de taille (setec in vivo 2016)	17
Figure 7. Illustration du conditionnement des prélèvements des échantillons bio-sédimentaires.....	20
Figure 8. Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (ici des exemples)	22
Figure 9. Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques	25
Figure 10. Base écologique de l'indice AMBI (Borja et al., 2000)	26
Figure 11. Recherche de correspondances dans les typologies d'habitats sur le site de l'INPN	28
Figure 12. Exemples de la hiérarchie d'EUNIS et les critères utilisés aux différents niveaux	29
Figure 13. EUNIS : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée (2015)	30
Figure 14. Exemple de fiche d'habitat élémentaire de N2000	31
Figure 15. Les typologies des biocénoses benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & de Méditerranée (2015 et 2014).....	32
Figure 16. Pluviométrie à Istres d'août 2017 à août 2018 (infoclimat.fr)	34
Figure 17. Statistiques des vents à Istres entre novembre 2000 et août 2018, de 7h à 19h - 4 beauforts = 12 kts = 20 à 28 km/h (windfinder.com).....	35
Figure 18. Vitesse du vent à Istres (13) en rafales maximum durant les 10 jours précédant l'intervention 2018 (meteociel.fr)	36
Figure 18. Vitesse du vent à Istres (13) durant les 10 jours précédant l'intervention 2016 (meteociel.fr)	37
Figure 20. Courants de surface moyens obtenus avec le modèle SYMPHONIE en présence de vents de 8 m/s de secteur 330° (NO) à gauche, et de secteur 140°(SE) à droite (ULSES, 2002)	38
Figure 21. Fiche technique de la masse d'eau « Golfe de Fos » du SDAGE RMC en vigueur.....	39
Figure 22. Bilan de l'état de la masse d'eau « Golfe de Fos » au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013)	39
Figure 23. Bilan de l'état de la masse d'eau FRDT20 au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013).....	40
Figure 24. Extension maximale du panache de dilution du Rhône (Hermand, 2008)	41
Figure 25. Production de l'usine ASCO INDUSTRIES au cours des années de suivi en 2010, 2012, 2014, 2016 et jusqu'à l'intervention de Setec in vivo en septembre 2018 (ASCO INDUSTRIE, 2018)	42
Figure 26. Granulométrie des sédiments entre 2012 et 2018	45
Figure 27. Pourcentage de fraction fine au niveau des stations de suivi de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, Setec).....	47
Figure 28. Pourcentage de matière organique du sédiment entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, Setec)	49
Figure 29. Relation entre la concentration en matière organique et en particules fines entre 2012 et 2018.....	50
Figure 30. Pourcentage de carbone organique total entre 2010 et 2018 – Données brutes (Safege, In Vivo, Setec).....	51
Figure 31. Relation entre le pourcentage de COT et le pourcentage de fines des sédiments entre 2012 et 2018	52
Figure 32. Concentration en azote total de 2010 à 2018 (SAFEGE, IN VIVO, Setec)	53
Figure 33. Concentration en phosphore total de 2010 à 2018 – Données brutes (Safege, In Vivo) ...	54
Figure 34. Relation entre les concentrations en phosphore entre 2012 et 2018, avec les concentrations en fines et en COT des sédiments	55
Figure 35. Indice de Contamination Organique de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	57
Figure 36. Concentration en chrome de 2010 à 2018– Données brutes (Safege, In Vivo).....	62

Figure 37. Concentration en chrome entre 2010 à 2018 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec).....	63
Figure 38. Concentration en cuivre de 2010 à 2018 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec)	64
Figure 39. Concentration en cuivre de 2010 à 2018 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	65
Figure 40. Concentration en plomb entre 2010 et 2018 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec) ...	66
Figure 41. Concentration en plomb de 2010 à 2018 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	67
Figure 42. Concentration en zinc de 2010 à 2018 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec)	68
Figure 43. Concentration en zinc entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	69
Figure 44. Concentration en nickel de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes.....	70
Figure 45. Concentration en nickel entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	70
Figure 46. Concentration en mercure en 2018 - données brutes	72
Figure 47. Concentration en aluminium entre 2010 et 2018 - Données brutes	73
Figure 48. Relation entre les concentrations en aluminium avec les concentrations en fines des stations de mesure de la darse 1 de 2012 à 2018.....	74
Figure 49. Évolution de la concentration en étain des sédiments de la lagune entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec)	75
Figure 50. Concentration en fer de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes	76
Figure 51. Concentration en fer en 2010 (Safege), 2012 à 2018 (In Vivo) – Données normalisées.....	77
Figure 52. Concentration en manganèse de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes	78
Figure 53. Concentration en manganèse de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	79
Figure 54. Proportion des 16 HAP réglementaires mesurées dans les sédiments de chaque station en 2018.....	86
Figure 55. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2016	87
Figure 56. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2018	88
Figure 57. Variation de l'indice hydrocarbure au niveau des stations de mesure entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec)	90
Figure 58. Localisation des points de contrôle des réseaux de suivi de l'IFREMER en 2017 (IFREMER, 2018).....	98
Figure 59. Résultats 2017 du ROCCH dans le golfe de Fos (Ifremer, 2018).....	100
Figure 60. Rappel : Indice de condition des moules entre 2014 et 2016 selon la méthode Lawrence et Scott.	100
Figure 61. Indice de condition moyen des moules entre 2014 et 2018 selon la méthode Lawrence et Scott. En bleu : produit de taille optimale ; en vert : produit de taille normale ; en jaune : produit maigre	101
Figure 62. Concentration en aluminium dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) ..	105
Figure 63. Concentration en arsenic dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	106
Figure 64. Concentration en cadmium dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) ...	107
Figure 65. Concentration en chrome dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec).....	108
Figure 66. Concentration en cuivre dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec).....	109
Figure 67. Concentration en fer dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	110
Figure 68. Concentration en manganèse dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	111
Figure 69. Concentration en mercure dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec).....	112
Figure 70. Concentration en nickel dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	113
Figure 71. Concentration en plomb dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	114
Figure 72. Concentration en zinc dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	115
Figure 73. Concentration en PCB 138 dans les moules entre 2010 et 2018	119
Figure 74. Concentration en PCB 153 dans les moules entre 2010 et 2018	119
Figure 75. Somme des concentrations en PCB dans les moules en 2012 et 2018.....	119



Figure 76. Abondance et richesse spécifique sur les stations étudiées.....	122
Figure 77 : Moyennes, Ecartypes, valeurs minimales et maximales de la richesse spécifique, de l'abondance et de la densité des stations étudiées.....	123
Figure 78. Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques en 2018.....	123
Figure 79. Répartition de l'abondance selon les principaux groupes zoologiques en 2018	124
Figure 80. Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique	124
Figure 81. Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique	125
Figure 82. Fréquence d'occurrence des principales espèces récoltées.....	126
Figure 83. Espèces les plus abondantes sur l'ensemble des sept stations	126
Figure 84. Indices de diversité de Shannon (en haut) et d'Equitabilité (en bas) sur les stations étudiées en 2018	127
Figure 85. Modèle DIMO appliqué aux sept stations en 2018	128
Figure 86. Pourcentages des groupes écologiques sur l'ensemble du site étudié.....	129
Figure 87. Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI.....	130
Figure 88. Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude	131
Figure 89. Comparaison de la richesse spécifique entre 2008 et 2018	135
Figure 90. Comparaison de la densité (ind/m ²) entre 2008 et 2018	135
Figure 91. Comparaison entre 2008 et 2018 de l'indice de Shannon (en haut) et de l'Equitabilité (en bas)	137
Figure 92. Modèle DIMO appliqué aux 7 stations sur les études (2008-2018)	138

Liste des tableaux

Tableau 1. Conditions météorologiques du 18/09/2018	10
Tableau 2. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments	11
Tableau 3. Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de matière vivante	16
Tableau 4. Coordonnées des points de prélèvements (WGS84)	19
Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillonnage effectué à la benne Van Veen	20
Tableau 6. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques	27
Tableau 7. Coordonnées GPS (WGS 84) et profondeur des stations de suivi.....	33
Tableau 8. Rafales maximums du vent à Istres durant les 10 jours précédant l'intervention 2018 (meteociel.fr)	36
Tableau 9. Fiche technique de la masse d'eau « Grand Rhône du seuil de Terrin à la Méditerranée » du SDAGE RMC en vigueur	40
Tableau 10. Granulométrie des sédiments en septembre 2018.....	44
Tableau 11. Proportion de la fraction fine dans les prélèvements de 2010 à 2018, et pourcentage de variation. DM = Données manquantes	46
Tableau 12. Valeurs de référence des teneurs en matière organique et nutriments (IFREMER, 2008).....	48
Tableau 13. Valeurs de référence des teneurs en carbone organique selon le pourcentage de fraction fine (Licari, 1998)	48
Tableau 14. Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003)	49
Tableau 15. Synthèse des composés organiques et nutritifs des sédiments prélevés en septembre 2018.....	59
Tableau 16. États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)	60
Tableau 17. Concentration en cadmium dans les sédiments de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)	61
Tableau 18. Tableau de synthèse des concentrations en métaux traces des sédiments en 2018 – Données brutes.....	80
Tableau 19. Tableau de synthèse des taux de variation (%) des concentrations en métaux entre 2016 et 2018	81
Tableau 20. États de référence pour les HAP applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)	83
Tableau 21. Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments en 2018. SP : Substance prioritaire de la DCE ; SDP : Substance dangereuse prioritaire de la DCE.....	84
Tableau 22. Indice hydrocarbure (HTC C10-C40) mesuré au niveau de la darse entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec)	90
Tableau 23. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour le réseau RINBIO (2009).....	95
Tableau 24. Concentrations métalliques dans les moules en poids sec en 2018 classé selon les seuils RINBIO 2009	102
Tableau 25. Concentrations métalliques dans les moules de 2010 à 2018	104
Tableau 26. Concentrations en hydrocarbures mesurées dans les moules depuis 2012.....	116
Tableau 27. Concentration en polychlorobipényles (PCB) dans les moules de 2012 à 2018	118
Tableau 28. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour les données RINBIO de 2009 (IFREMER).	118
Tableau 29 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces par échantillons et le total par station étudiée	122
Tableau 30. Valeurs des indices de Shannon et de l'Equitabilité	127
Tableau 31. Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe écologique et indice biotique AMBI en 2018	131
Tableau 32. Tableau récapitulatif des biocénoses suivant les typologies	132



Liste des planches

Planche 1. Localisation géographique du site.....	9
Planche 2. Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin.....	12
Planche 3. Localisation des stations de prélèvement de matière vivante.....	16
Planche 4. Localisation des stations de prélèvement de macrofaune benthique.....	19
Planche 5. Relevés d'auto surveillance lors des années de suivi 1/3.....	43
Planche 6. Relevés d'auto surveillance lors des années de suivi 2/3.....	43
Planche 7. Relevés d'auto surveillance lors des années de suivi 3/3.....	43
Planche 8. Résultats bruts des stations étudiées (RS et abondances) 1/2.....	122
Planche 9. Résultats bruts des stations étudiées (RS et abondances) 2/2.....	122
Planche 10. Abondance des principales espèces observées sur les suivis (2008 et 2010).....	136
Planche 11. Abondance des principales espèces observées sur les suivis (2012 et 2014).....	136
Planche 12. Abondance des principales espèces observées sur les suivis (2016 et 2018).....	136

1 INTRODUCTION

La société ASCO INDUSTRIES dispose d'un site de production implanté sur la côte Méditerranéenne à l'ouest de Marseille, en bordure du Golfe de Fos (13, Bouches-du-Rhône). Ses activités impliquent un rejet d'effluents dans le milieu marin au niveau de la Darse 1 (ou darse Léon Betous). Cette darse fait partie des bassins Ouest du Grand Port maritime de Marseille qui constituent la Zone Industriale-Portuaire de Fos-sur-Mer.

L'usine ASCO INDUSTRIES est implantée sur le territoire communal de Fos-sur-Mer sur un site de 250 hectares localisé au sud des salins du Caban et du Relais. Le point de sortie des rejets aqueux se trouve au nord-ouest de la Darse 1.

Planche 1. Localisation géographique du site

L'usine pompe de l'eau de mer dans la Darse 1 pour le refroidissement de ses installations. Cette eau est par la suite évacuée en un rejet défini comme « Rejet de refroidissement ». Ce rejet va se mêler à un autre rejet aqueux nommé « Rejet final » avant de rejoindre finalement le milieu marin au niveau de la darse.



Figure 1. Évacuation du rejet aqueux au nord-ouest de la Darse 1

Le rejet final est un rejet contenant toutes les eaux douces du site industriel. Il passe par un bassin de dessablement (appelé dans cette étude « lagune ASCO INDUSTRIES ») avant de rejoindre le milieu marin.

La Darse 1 est le milieu récepteur du rejet et s'étend sur 5 km à l'intérieur des terres. Sa profondeur moyenne est de 12 m en son centre et de 4-5 m sur les bords. De par sa connexion en amont avec le canal du Rhône, la darse représente un milieu stratifié dont l'origine tient dans la différence de densité entre les eaux douces et les eaux marines se rejoignant à son niveau. À la suite de l'étude d'impact (2007-2008) et à la demande de la police de l'eau (arrêté n°90-2007A du 17 août 2007) la société ASCO INDUSTRIES doit effectuer le suivi des impacts de ses rejets sur le milieu récepteur.



Le présent rapport présente les résultats du suivi réalisé en 2018 par setec in vivo, ainsi que l'analyse de l'évolution de l'impact du rejet depuis le suivi de 2010.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 CONTEXTE DE LA MISSION

2.1.1 DATE DES MESURES ET CONDITIONS METEOROLOGIQUES

La campagne de prélèvement de sédiments, de peuplements benthiques et de matière vivante a eu lieu le mardi 18 septembre 2018.

Paramètre	Conditions
Vent	Direction nord-nord-est de 1 à 3 nœuds
Houle	Non significative
Temps	Beau temps passagèrement nuageux
Visibilité	Bonne

Tableau 1. Conditions météorologiques du 18/09/2018

Pour mémoire, les campagnes de prélèvement réalisées par IN VIVO Environnement/setec in vivo en 2012, 2014 et 2016 ont eu lieu sur la même période de l'année, le 12 septembre 2012, le 3 septembre 2014 et le 27 septembre 2016.

2.1.2 MOYENS NAUTIQUES

Les prélèvements ont été réalisés à partir d'un navire de pêche côtière munie d'un guindeau de charge maximum utile (CMU) de 400 kg et d'un moteur de 200 CV : le « sylvinat 2 ».





Figure 2. Le « sylvinat 2 » et son guindeau

Une embarcation biplace a également été utilisée pour effectuer le prélèvement de sédiment dans la lagune ASCO INDUSTRIES.

2.2 CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS

La campagne de prélèvement de sédiments pour analyses géochimiques a été réalisée en même temps que la campagne de prélèvement de macrofaune benthique pour optimiser les moyens matériels et humains. Le plan d'échantillonnage adopté en 2018 est le même qu'en 2008, 2010, 2012, 2014 et 2016 de manière à pouvoir suivre l'évolution dans le temps des peuplements benthiques et de la qualité du sédiment.

2.2.1 PRELEVEMENTS

10 échantillons moyens de sédiments ont été réalisés aux stations définies dans le cadre du plan d'échantillonnage de l'étude d'impact réalisée en 2008.

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
SB1	43°26.809'N	4°51.168'E
SB2	43°26.826'N	4°51.234'E
SB3	43°26.723'N	4°51.282'E
SB4	43°26.907'N	4°51.106'E
S5	43°26.666'N	4°51.367'E
S6	43°27.057'N	4°51.018'E
SB. Ref. Canal du Rhône	43°27.256'N	4°50.851'E
SB. Ref. Arcelor	43°26.883'N	4°51.612'E
SB. Ref. Sud	43°26.297'N	4°51.775'E

Tableau 2. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments

Planche 2. Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen dans un souci de reproduction de la campagne précédente ainsi que pour mutualiser les moyens matériels avec la campagne de prélèvement de macrofaune benthique. Ce modèle de benne permet l'échantillonnage de 1/10 m² de sédiment à chaque coup, surface « normée » dans les protocoles de prélèvements du macrobenthos.



Figure 3. Mise à l'eau de la benne Van Veen

Une série de trois coups de benne est effectuée sur chaque station pour former un échantillon moyen par point. Les figures suivantes présentent l'aspect de quelques-uns des échantillons de sédiments collectés.

Il a été noté lors des prélèvements des aspects assez différents entre les échantillons avec des consistances et des teneurs en sables hétérogènes entre les différents points de prélèvements.

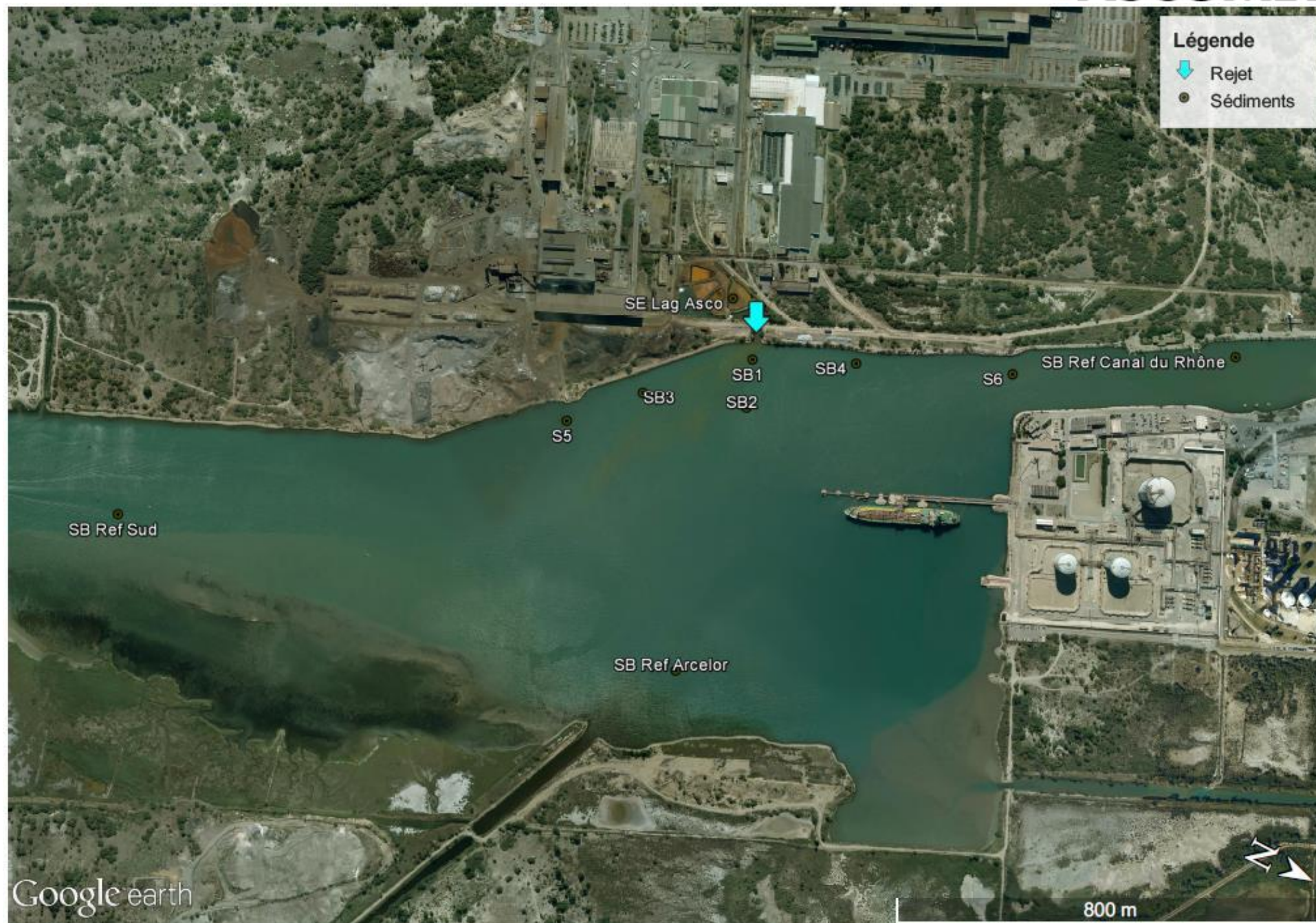




Figure 4. Présentation d'échantillons de sédiments

Une des stations "sédiment" se situe dans le bassin de dessablement (lagune ASCO INDUSTRIES) et n'est donc pas accessible par bateau. Les prélèvements ont donc été réalisés depuis une embarcation biplace à l'aide d'une benne Ekman (plus légère, mais tout aussi adaptée aux prélèvements pour analyses géochimiques).



Figure 5. Benne Ekman et Prélèvement dans la lagune ASCO INDUSTRIES le 18/09/2018

Les échantillons moyens ont ensuite été directement envoyés à **Eurofins Environnement** (Laboratoire certifié COFRAC pour les analyses géochimiques). Durant le temps de transit jusqu'au laboratoire, les différents échantillons ont été conservés en glacière à +4°C.

L'interprétation des analyses au regard des conditions locales conclura sur l'état de contamination du milieu et sur l'impact des rejets d'ASCO INDUSTRIES.



2.2.2 LABORATOIRE D'ANALYSES

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire *Eurofins Environnement* :

Eurofins Environnement
5, rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

Ce laboratoire possède les agréments du Ministère de l'Environnement et l'accréditation COFRAC.

2.2.3 ANALYSES REALISEES SUR LES ECHANTILLONS MOYENS

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

- **Chimie générale :**
Siccité (%), Matières volatiles (%), Matières organiques (%), Fluorures (mg/kg de MS), COT (g/kg de MS), Azote de Kjeldahl (mg/kg de MS), Phosphore (mg/kg MS), Cyanures totaux (µg/l), phosphates (µg/l), nitrates (µg/l), nitrites (µg/l), azote ammoniacal (µg/l)
- **Contaminants inorganiques** en mg/kg de MS :
Al, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Fe, Cr VI, Sn, Zn
- **Contaminants organiques :**
 - PCB en µg/kg de MS,
 - HAP en µg/kg de MS
 - Indice hydrocarbures en mg/kg de MS
- **Granulométrie :** particules<0,063/2mm (%), particules<0,002/2mm (%), particules<0,002mm (%)

2.2.4 INTERPRETATION DES RESULTATS

2.2.4.1 Approche normalisatrice des résultats de contamination chimique

L'analyse de la contamination chimique d'une fraction particulière du sédiment permet d'améliorer les seuils de détection et permet de comparer des échantillons dont la composition granulométrique diffère. La normalisation consiste à indexer les résultats d'analyse obtenus par rapport à un paramètre granulométrique ou géochimique.

En considérant implicitement que les particules les plus grosses agissent comme un diluant pour certains éléments, les résultats d'analyse obtenus pour ceux-ci sur le sédiment total peuvent être exprimés par rapport à la fraction fine (OSPAR, 2004). Ainsi, dans le cadre de cette étude, afin de comparer les stations entre elles et avec les relevés effectués lors du précédent suivi, **les données ont été multipliées par un « cofacteur » correspondant au pourcentage de particules étant inférieures ou égales à 63 µm.**

Les résultats bruts des analyses de contamination chimique du sédiment sont donc présentés dans un premier temps, puis, dans un second temps, une interprétation des données normalisées par la part de fraction fine ($\% < 63\mu\text{m}$) est détaillée.

2.2.4.2 Valeurs de références

Les analyses réalisées dans le cadre de l'étude sont interprétées au regard des concentrations connues dans les sédiments pour les paramètres mesurés et :

- les seuils établis par le Réseau Littoral Méditerranéen (RLM) : son « guide méthodologique pour l'évaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment » paru en 2002 permet de disposer d'états de référence pour certains métaux lourds et HAP (ceux-ci n'ont néanmoins jamais été validés par les services de l'état).
- les seuils établis par le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) à travers son Outils d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires.
- le système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire, IARE (Licari, 1998) pour le compte de la région PACA et l'Agence de l'eau.
- L'Indice de Contamination Organique issu des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) (dans Alzieu, 2003) se basant sur une évaluation de trois paramètres : le Carbone Organique Total, l'Azote Total et le Phosphore Total.
- Les normes de qualité environnementales des contaminants (NQE) et la liste des substances prises en compte dans la caractérisation de l'état des eaux : arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

2.3 QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE

La moule *Mytilus galloprovincialis* est classiquement utilisée dans l'évaluation de la contamination chimique des eaux face à des apports de contaminants, notamment dans le cadre des réseaux de surveillance. En effet, la mesure directe des contaminants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses, difficilement applicables à un réseau de surveillance, et la variabilité temporelle du milieu littoral ne confère que peu de signification à une mesure ponctuelle.

La biosurveillance repose dans la capacité de la moule à concentrer dans ses tissus les contaminants chimiques dans un facteur proportionnel à leur biodisponibilité.

La moule *Mytilus galloprovincialis* est généralement utilisée, car elle répond à plusieurs exigences :

- physiologie et processus de bioaccumulation bien connus,
- large aire de répartition en Méditerranée,
- facilité d'approvisionnement,
- tolérance à de larges gammes de température et de salinité,
- résistance à la déshydratation (transport).



2.3.1 PRELEVEMENTS

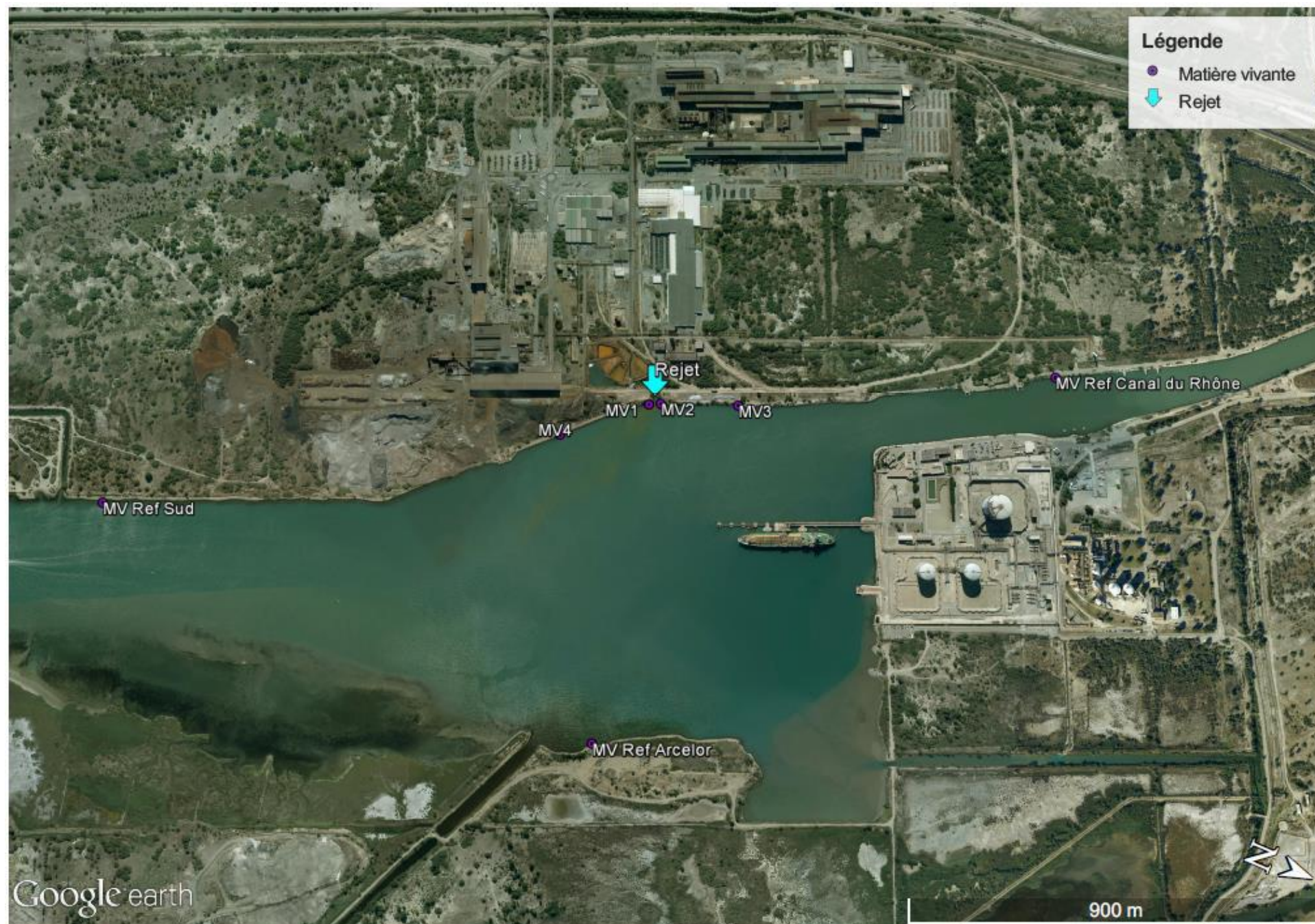
L'analyse de la qualité de la matière vivante a été réalisée sur des moules prélevés sur les 7 stations déjà utilisées au cours de l'état initial.

Planche 3. Localisation des stations de prélèvement de matière vivante

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
MV1	43° 26.798'N	4° 51.150'E
MV2	43° 26.811'N	4° 51.141'E
MV3	43° 26.901'N	4° 51.091'E
MV4	43° 26.711'N	4° 51.259'E
MV Ref. Canal du Rhône	43° 27.253'N	4° 50.828'E
MV Ref. Arcélor	43° 26.900'N	4° 51.711'E
MV Ref. Sud	43° 26.227'N	4° 51.674'E

Tableau 3. Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de matière vivante

Les stations de prélèvement étant localisées à environ 50 cm sous la surface, les échantillons ont été collectés en équipement PMT (Palmes, Masque, Tuba). Sur chaque station, environ 2 kg à 2,5 kg de moules de mêmes classes de taille ont été prélevés.



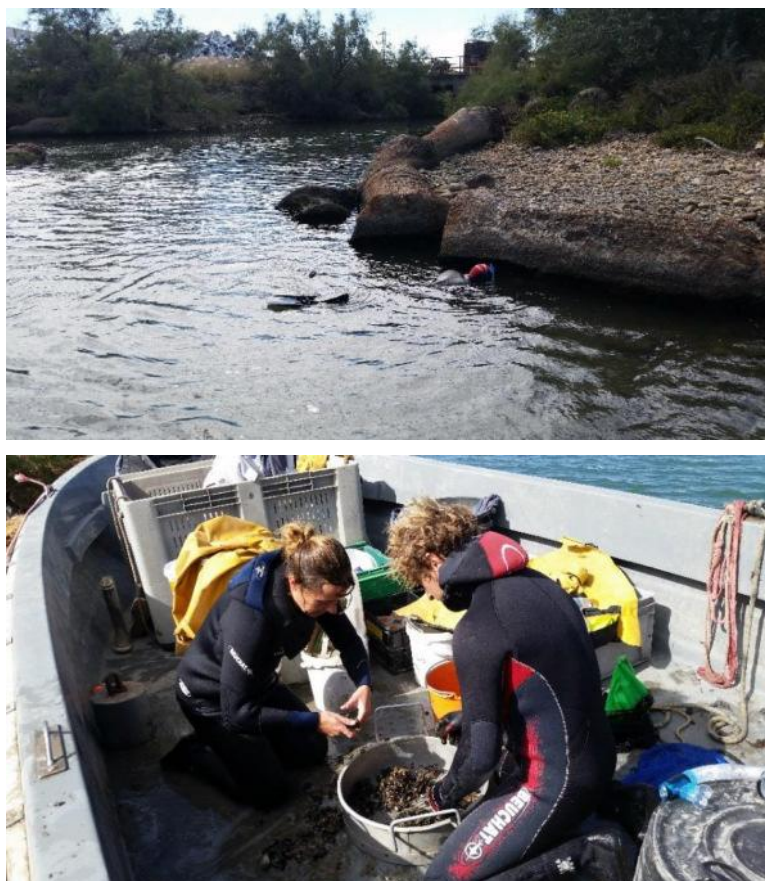


Figure 6. Prélèvement des moules sur site et tri par classe de taille (setec in vivo 2016)

Les moules ont été conservées vivantes et en glacière à +4°C jusqu'à leur réception au laboratoire **Eurofins environnement**.

2.3.2 INTERPRETATION DES RESULTATS

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

- **Contaminants inorganiques** en mg/kg de MS :
As, Al, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Fe, Sn, Zn
- **Contaminants organiques** :
PCB en µg/kg de MS ; HAP en µg/kg de MS ; Indice hydrocarbures en mg/kg de MS

Les résultats d'analyses sont discutés par comparaison aux données du suivi précédent, et mis en relation avec les données issues du ROCCH et du RINBIO.

Le Réseau Intégrateurs Biologiques (RINBIO), développé en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN, anciennement IPSN) depuis 1996, a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination chimique et radiologique dans chaque unité du référentiel géographique du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin RMC. Comme le volet "matière vivante" du Réseau National d'Observation (RNO), il se base sur les capacités bioaccumulatrices de la moule, mais utilise également la technique des transplants qui combine le contrôle



expérimental que l'on peut réaliser en laboratoire, avec le réalisme des expériences pratiquées sur le terrain.

Le Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin (ROCCH) anciennement Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) analyse 3 contaminants (ou familles) dans les coquillages : le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le mercure (Hg).

2.4 CARACTERISATION DES PEUPLEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE

2.4.1 PRELEVEMENTS

Comme dit précédemment, les prélèvements de sédiments pour analyses du benthos ont été réalisés en même temps que ceux destinés aux analyses géochimiques, les 7 stations d'échantillonnages étant confondues avec celles pour la géochimie. La planche suivante présente l'emplacement de ces stations.

Planche 4. Localisation des stations de prélèvement de macrofaune benthique

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
SB1	43°26.809'N	4°51.168'E
SB2	43°26.826'N	4°51.234'E
SB3	43°26.723'N	4°51.282'E
SB4	43°26.907'N	4°51.106'E
SB. Ref. Canal du Rhône	43°27.256'N	4°50.851'E
SB. Ref. Arcelor	43°26.883'N	4°51.612'E
SB. Ref. Sud	43°26.297'N	4°51.775'E

Tableau 4. Coordonnées des points de prélèvements (WGS84)

2.4.1 TECHNIQUE DE PRELEVEMENT

Le protocole de prélèvement est issu du document de référence de la DCE¹ (2014) qui s'appuie lui-même sur les documents du REBENT² et de la norme NF EN ISO 16665³.

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen. Elle permet l'échantillonnage de 1/10 m² de sédiment à chaque coup de benne, surface « normée » dans les protocoles de prélèvement du macrobenthos. Trois prélèvements ont été effectués pour la détermination du macrobenthos.

Pour le sédiment meuble subtidal, la présence ou l'absence des espèces est en relation avec la nature édaphique du sédiment, notamment la granulométrie (la taille des grains du sédiment). Cette taille de grains dépend de la sédimentation qui est fonction des courants et de l'agitation des masses d'eau.

¹ Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. - Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p. + Annexes

² Hily. C. et Grall. J. 2003. Fiche Technique REBENT 01 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles.

³ Norme NF EN ISO 16665. 2014. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.

Engins	Nombre de prélèvements par station	Surface unitaire	Surface totale	Profondeur de pénétration
Benne VAN VEEN	3	1/10 m ²	3/10 m ²	30 cm

Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillonnage effectué à la benne Van Veen

Les échantillons ont été tamisés sur tamis de maille 1 mm, cette taille permettant de ne sélectionner que la macrofaune du sédiment (conformément à la norme ISO 16665). La méiofaune (passant sur le tamis de 1 mm et restant sur le tamis de 40 µm) est écartée, car elle n'est pas retenue dans le protocole des études des travaux de routine sur les peuplements des substrats meubles définis par les scientifiques (DAUVIN, 1989). Les organismes vivants ont ensuite été récupérés puis conservés dans une solution d'éthanol pur (99,90%) et d'eau de mer, pour être identifiés par nos soins sous loupe binoculaire et microscope, dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant.



Figure 7. Illustration du conditionnement des prélèvements des échantillons bio-sédimentaires

2.4.2 TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Le protocole de traitement des échantillons est issu du document de référence de la DCE⁴ (2014) qui s'appuie lui-même sur les documents du REBENT⁵ et de la norme NF EN ISO 16665⁶.

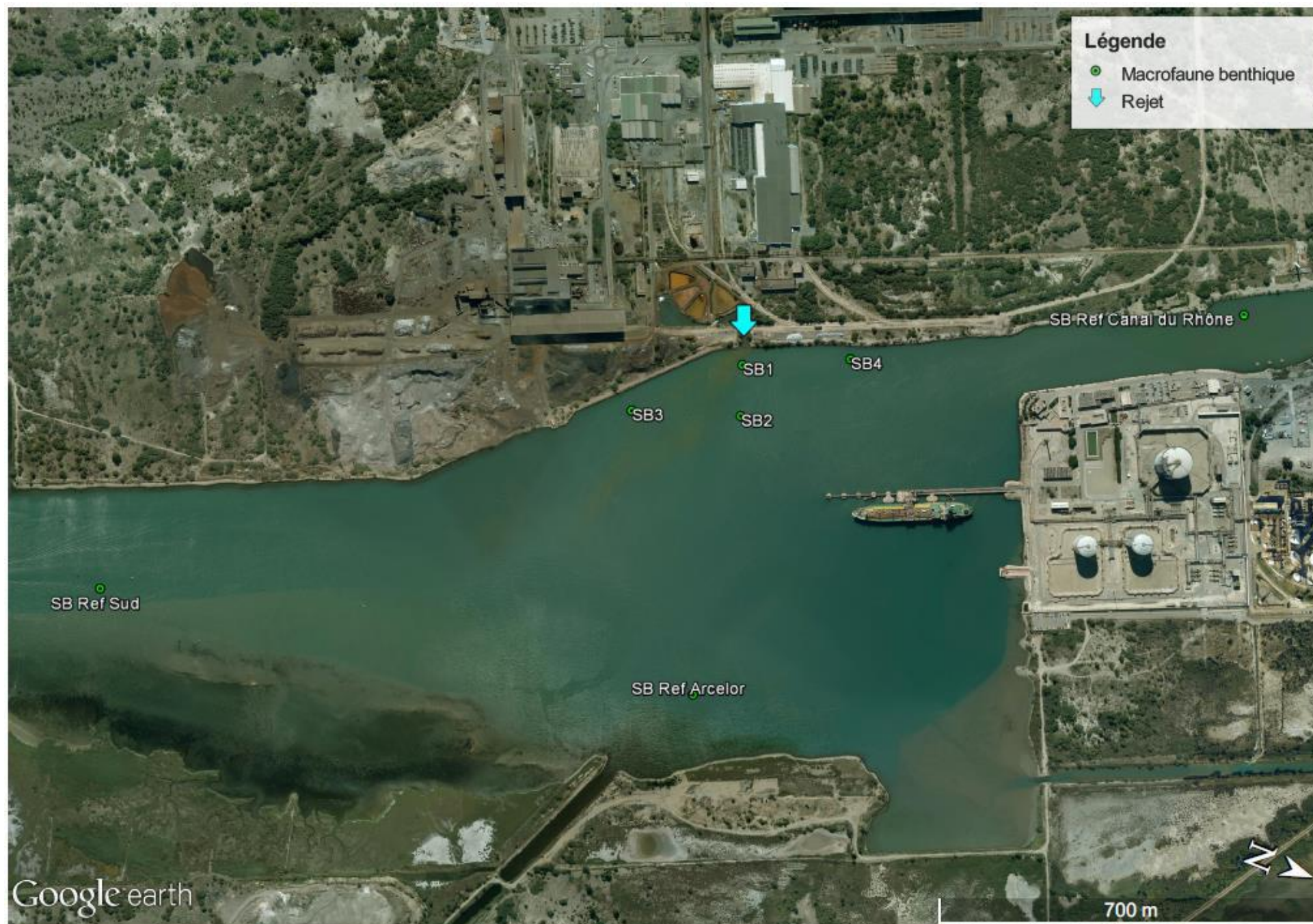
2.4.2.1 Rinçage

- Au laboratoire, chaque échantillon conservé dans l'éthanol, a été rincé à l'eau douce. Les refus d'éthanol ont été filtrés et récupérés dans des bidons spécifiques et seront retraités par une entreprise spécialisée.

⁴ Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. - Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p. + Annexes

⁵ Hily. C. et Grall. J. 2003. Fiche Technique REBENT 01 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles.

⁶ Norme NF EN ISO 16665. 2014. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.



2.4.2.2 Tri

- Chaque échantillon a été trié à l'aide de pinces sous hotte aspirante afin de sélectionner la faune parmi les débris et particules sédimentaires (éventuellement végétales). Les organismes récoltés ont été subdivisés selon leur embranchement (*Annelida*, *Echinodermata*, *Arthropoda*, *Mollusca*...) et conservés dans des piluliers contenant de l'éthanol à 70°.
- Si le refus de tamis est important et présente une variabilité de sédiments, il peut être utile de fractionner l'échantillon en plusieurs fractions (tamis de 1, 2 ou 5 mm) afin d'optimiser le tri.

2.4.2.3 Identification spécifique

- Les organismes ont été identifiés sous loupe binoculaire et/ou microscope dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant, jusqu'à l'espèce ou, lorsque ce n'était pas possible (animaux abimés lors des prélèvements ou de la conservation), à un rang taxonomique le plus précis possible.
- Des exceptions peuvent être faites pour les individus des groupes suivants : *Echiura*, *Hemichordata*, *Hydrozoa*, *Insecta*, *Nemertea*, *Oligochaeta*, *Phoronida*, *Platyhelminthes* et *Priapulida*.
- La liste bibliographe des ouvrages et documents utilisés pour la détermination est citée en fin du rapport. La validité de chaque nom d'espèce a été vérifiée sur le World Register of Marine Species (WoRMS) ou TAXREF.

2.4.2.4 Dénombrement

- En règle générale, le dénombrement se fait sur le comptage des têtes, de la partie postérieure de l'animal si l'identification se base sur cette portion de l'individu ou des disques centraux pour les échinodermes.
- Lorsque la tête est manquante, mais que la présence de plusieurs parties de l'animal autorisant l'identification est observée sans toutefois permettre un dénombrement, l'individu est alors comptabilisé pour signaler sa présence.



Figure 8. Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (ici des exemples)

2.4.3 INTERPRETATION DES RESULTATS

L'exploitation des données benthiques acquises au cours de l'étude s'appuie sur :

- La caractérisation des peuplements (indices...) ;
- La structure des peuplements (abondance, richesse selon les groupes zoologiques) ;
- La caractérisation de l'état général de ces peuplements et de leur sensibilité dans le temps (espèces indicatrices, indices de sensibilité ...).

2.4.3.1 Richesse spécifique (S) et Abondance (A)

La richesse spécifique se définit comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée (Frontier et Pichot-Viale, 1998). Dans le cas présent, elle correspond au nombre d'espèces récoltées dans chaque station par cumul d'espèces recensées dans les réplicats de chaque station.

L'abondance correspond au nombre d'individus recensés par unité de surface déterminée (ici pour 0.26m²). On parle alors de densité, qui s'exprime par unité de surface de 1 m².

La liste d'espèces est établie à partir de bases de données de références que sont **WORMS**⁷ (World Register of Marine Species) et **TAXREF**⁸ (référentiel national sur la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et outre-mer dont le Muséum national d'Histoire naturelle est en charge). S'appuyer sur ces référentiels, permet de respecter la nomenclature et la taxonomie.

⁷ <http://www.marinespecies.org/>

⁸ <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/referentielTaxo>

2.4.3.2 Indices de diversité

2.4.3.2.1. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Piélou (J')

L'indice de Shannon-Wiener est calculé d'après la formule suivante :

$$H' = - \sum ((N_i / N) * \log_2(N_i / N))$$

N_i : nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces).

N : nombre total d'individus.

Cet indice permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance). L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983).

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité (J') de Piélou (1966), appelé également indice d'équirépartition. Il correspond au rapport entre la diversité (H') observée au sein d'une station et la diversité maximale, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (Frontier et al., 2004). Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage. L'indice équitabilité (Piélou, 1966) complète l'indice de diversité de Shannon (H'). Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en terme de dominance d'une ou de plusieurs espèces.

La formule de l'équitabilité est la suivante :

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Il est considéré que l'équitabilité d'une communauté d'un milieu non-perturbé tend vers 1, et qu'il existe la valeur seuil de 0,8 qui désigne ainsi une communauté non équilibrée, où une espèce plus résistante que les autres devient alors largement prédominante.



2.4.3.2.2. Modèle DIMO

Cette représentation permet la visualisation de la richesse spécifique ($\log_2 S$), de l'indice de Shannon-Weaver (H') et de l'équitabilité (E') sur un même plan, dans le but d'analyser la structure des peuplements (Qinghong, 1995).

2.4.3.3 **Indice basé sur les groupes écologiques : l'AMBI**

L'évaluation de la qualité environnementale d'un milieu peut également, et de manière complémentaire, être approchée par une analyse et une reconnaissance des groupes écologiques. Ces derniers sont composés d'espèces de polluo-sensibilité différentes. Ces groupes sont considérés comme des indicateurs biologiques face à l'excès de matière organique et au déficit d'oxygène résultant de sa dégradation. Les espèces sont regroupées en 5 groupes écologiques de polluo-sensibilité différentes :

- **Groupe I** : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a enrichissement du milieu. Ce sont des suspensivores, des carnivores sélectifs et quelques dépositivores de subsurface tubicoles.
- **Groupe II** : espèces indifférentes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont peu influencées par une augmentation de la quantité de matière organique (espèces carnivores et nécrophages peu sélectives).
- **Groupe III** : espèces tolérantes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont naturellement présentes dans les vases, mais comme leurs proliférations sont stimulées par l'enrichissement du milieu, leur présence est un signe du déséquilibre du système. Ce sont des espèces dépositivores de surface, profitant du film superficiel chargé de matière organique.
- **Groupe IV** : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (< 1 an), abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées. Ce sont des dépositivores de subsurface.
- **Groupe V** : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface.

Le modèle des Indices Biotiques (IB) mis en place par Glémarec et Hily (1981) a permis de distinguer 4 grandes étapes de variations du milieu en fonction des espèces observées :

- Indice Biotique = 0. Il constitue l'état normal d'un peuplement avec une dominance des espèces sensibles (Groupe écologique I), les premières à disparaître en cas de pollution organique. Ce sont généralement des suspensivores, dépositivores de surface ou carnivores.
- Indice Biotique = 2. Les espèces tolérantes (Groupe 3) sont stimulées et sont beaucoup plus abondantes. Ce sont des dépositivores de surface comme les mollusques bivalves (*Abra*, *Tellina*...),

des polychètes Ampharetidés ou des Spionidés. Apparaissent aussi les premiers détritivores, consommateurs de matière végétale figurée (Crustacé, Tanaïdace), c'est le cas des Nereidés ou d'amphipodes Talidridés, Dexaminidés, Gammaridés, Melitidés... Ces espèces tolérantes, dominant les espèces sensibles, définissent cette première étape du déséquilibre.

- Indice Biotique = 4. C'est la première étape de pollution. Le milieu est caractérisé par des espèces opportunistes de second ordre (groupe IV) susceptibles de proliférer. Ces espèces sont des dépositivores de surface ou de subsurface (limivores) qui appartiennent à des familles de polychètes spécialisées parmi lesquelles les Cirratulidés, les Spionidés du genre *Polydora* avec de nombreuses espèces, les Nereidés du genre *Neanthes*, des Eunicien de la famille des Dorvilleidés et des Capitellidés.
- Indice Biotique = 6. C'est l'étape de pollution maximale, caractérisée par quelques espèces opportunistes de 1^{er} ordre, qui atteignent des densités exceptionnelles (100 000 ind/m²) à la surface des sédiments réduits. Ces espèces très peu nombreuses sont : le Capitellidé *Capitella capitata* (complexe d'espèces), le Spionidé *Malacoceros fuliginosus* et le Leptostracé *Nebalia bipes*. Ces espèces cohabitent avec de nombreux Oligochètes (*Clitellata*) et nématodes.

Entre ces quatre grandes étapes existent des étapes de transition (IB = 1, 3 et 5), définies en premier lieu par l'effondrement des paramètres de Richesse Spécifique et d'Abondance ou au contraire, par l'explosion d'une espèce indifférente (groupe II), favorisée par le manque de compétition. Ces espèces sont généralement carnivores (ex. : *Nephtys hombergii*) ou nécrophages (ex. : *Pagurus*). L'étape 7 correspond au milieu azoïque c'est-à-dire qu'aucun invertébré n'y survit.

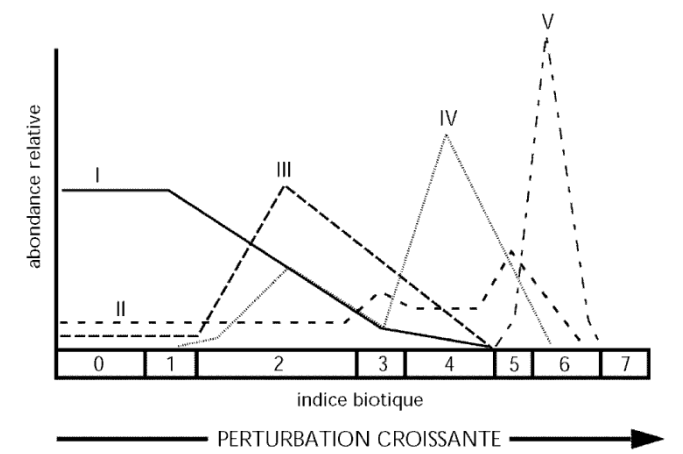


Figure 9. Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques le long du gradient de perturbations croissantes (Glémarec et Hily, 1981)

L'indice biotique pour la macrofaune benthique : l'AMBI

Les indices biotiques pour la macrofaune benthique ont été développés dans le cadre du contrôle de surveillance des eaux de transition pour la Directive Cadre sur l'Eau (Agence de l'Eau & Ifremer). L'indice AMBI repose sur les proportions d'abondance que représentent les 5 groupes écologiques correspondant au



classement des espèces en fonction de leur sensibilité/tolérance face à un gradient de stress environnemental (par exemple une pollution ou une modification du milieu). L'indice calculé permet de qualifier le milieu de 0 (milieu normal, aucune pollution d'ordre organique) à 7 (milieu azoïque, très forte pollution d'ordre organique).

Calcul de l'AZTI Marine Biotic Index (AMBI) (Borja *et al.*, 2000) :

$$AMBI = \{(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

Avec : %GI : abondance relative des espèces sensibles aux perturbations

%GII : abondance relative des espèces indifférentes aux perturbations

%GIII : abondance relative des espèces tolérantes aux perturbations

%GIV : abondance relative des espèces opportunistes de second ordre

%GV : abondance relative des espèces opportunistes de premier ordre

L'AMBI a été soumis à de multiples tests pour vérifier sa validité (Borja *et al.*, 2004) et possède l'avantage d'avoir été comparé à ceux fournis par d'autres analyses univariées (diversité, richesse spécifique) ou multivariées pour prouver sa robustesse et son pouvoir discriminant. D'autre part, il a été validé par une série de tests basés sur des composants chimiques (Borja *et al.*, 2000) en identifiant et caractérisant des gradients spatiaux et temporels.

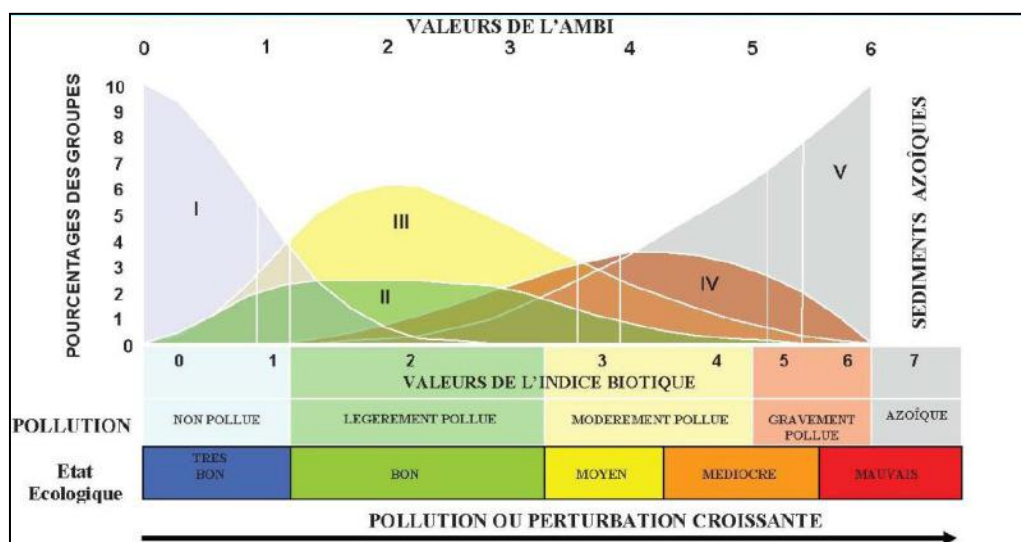


Figure 10. Base écologique de l'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000)

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	$5.5 < AMBI \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4.3 < AMBI \leq 5.5$	Gravement pollué
Moyen	$3.3 < AMBI \leq 4.3$	Modérément pollé
Bon	$1.2 < AMBI \leq 3.3$	Légèrement pollué, état transitoire
Très bon	$0 < AMBI \leq 1.2$	Normal

Tableau 6. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques de la DCE (Borja et al, 2004)

L'indice AMBI permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). En effet, une corrélation avec les Etats Ecologiques définis par la Directive Cadre Eau a été proposée par Borja (2004).

L'utilisation de ces indices basés sur les groupes écologiques permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). Ils peuvent s'avérer intéressants dans le cadre d'un suivi bio-sédimentaire. La modification des peuplements peut alors être classifiée en prenant en compte les caractéristiques propres aux espèces considérées (tolérances, etc.).

2.4.3.4 Classification des habitats en présence

Afin de faciliter la gestion des données sur les habitats naturels et les végétations dans les systèmes d'information sur la nature, le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) rend disponible le référentiel national des habitats HABREF⁹ sous forme informatique sur son site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN).

Une fois la recherche effectuée pour les habitats benthiques étudiés au sein de l'étude, une correspondance peut être effectuée dans HABREF. En réalisant les correspondances entre les habitats marins des différentes typologies, l'information et les travaux effectués dans leurs programmes respectifs deviennent accessibles et mutualisables.

Chaque typologie contenue dans HABREF est également téléchargeable séparément, tout comme chacune des tables de correspondances.



⁹ <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats>



Figure 11. Recherche de correspondances dans les typologies d'habitats sur le site de l'INPN

2.4.3.4.1. La typologie EUNIS ¹⁰

La typologie des habitats retenue pour lister les habitats benthiques de l'étude est la classification **EUNIS** (European Nature Information System), référence européenne de classification des habitats pour les domaines terrestres, dulçaquicoles et marins.

Cette typologie repose sur un classement hiérarchique des habitats permettant, pour le domaine marin, d'accéder à des niveaux de précision allant de la simple distinction entre les types rocheux ou meuble (niveau 2), intégrant d'une part, le mode d'exposition et le type de substrat (niveau 3), puis, d'autre part, la notion de groupement fonctionnel d'habitats (niveau 4), jusqu'à l'identification précise des peuplements benthiques définis par la présence d'espèces dominantes ou de groupes d'espèces caractéristiques (niveaux 5 et 6).

Concernant le substrat, la détermination des différents types de sédiments est basée sur des caractéristiques granulométriques. La classification granulométrique et sédimentaire la plus souvent utilisée est celle de Wentworth (1922) et Folk (1954).

Fondée sur les travaux des anglo-saxons, la typologie EUNIS subit encore des évolutions au fur et à mesure de sa mise en application. Toutefois en accord avec le programme MESH (Mapping European Seabed Habitats), le Réseau Benthique (REBENT), la version retenue dans cette étude, pour la détermination des habitats benthiques, est la version EUNIS de 2007 révisée en 2012. L'intérêt d'utiliser EUNIS réside dans la possibilité de comparer les habitats au niveau européen et de faciliter la mise en œuvre de directives européennes telles que la Directive Habitats et son outil opérationnel Natura 2000.

¹⁰ Davies C., Moss D., O Hill M., 2012. EUNIS Habitat Classification revised 2012

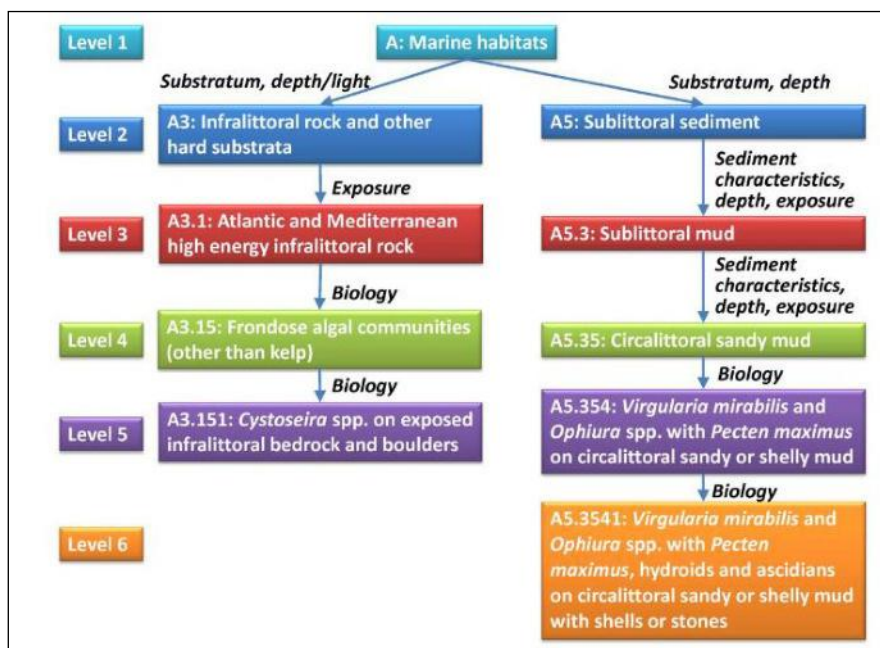


Figure 12. Exemples de la hiérarchie d'EUNIS et les critères utilisés aux différents niveaux

Afin de faciliter l'appropriation de cette typologie par les acteurs concernés (scientifiques, gestionnaires ou bureaux d'études) et favoriser les échanges de connaissance sur la biodiversité des habitats benthiques en cohérence avec ce standard, deux documents ¹¹ ont été publiés en 2015. Ces documents sont une traduction française qui transcrit au mieux les descriptions d'habitats de la classification EUNIS.

Il s'agit dans ces documents, du dictionnaire de la typologie EUNIS dans sa version 2007, revue en 2012 pour des modifications des codes de la classification paléarctique et ceux de la classification des habitats marins de la Grande Bretagne. A noter que cette description reste identique pour les habitats communs à la version 2004, largement utilisée comme typologie de référence, notamment pour la cartographie d'habitats dans le cadre du REBENT. Seuls les habitats benthiques présents ou potentiellement présents en France ont été traduits. La présence en France a été déterminée par consultation des experts du domaine ainsi que des documents de référence (référentiel national, descriptifs EUNIS, Barcelone, Cartes historiques).

¹¹ Bajjouk Touria, Guillaumont Brigitte, Michez Noemie, Thouin Benoît, Croguennec Chantal, Populus Jacques, Louvel-Glaser Justine, Gaudillat Vincent, Chevalier Claire, Tourolle Julie, Hamon Dominique (2015). Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 1. Habitats Littoraux et Vol. 2. Habitats subtidiaux & complexes d'habitats



Figure 13. EUNIS : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée (2015)

2.4.3.4.2. « Cahiers d'Habitats » Natura 2000 ¹²

Publiés en 2004, les Cahiers d'Habitats sont la continuité de la classification Corine Biotope (1991). Ils déclinent les habitats génériques de la Directive Habitats en 7 tomes. Dans celui concernant les milieux côtiers (Tome 2), huit habitats génériques sont reconnus :

- 1110 : Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine ;
- 1120 : Herbiers à Posidonies ;
- 1130 : Estuaires ;
- 1140 : Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ;
- 1150 : Lagunes côtières ;
- 1160 : Grandes criques et baies peu profondes ;
- 1170 : Récifs ;
- 8330 : Grottes marines submergées ou semi-submergées.



Figure 14. Exemple de fiche d'habitat élémentaire de N2000

Ces 8 habitats génériques se déclinent en 43 habitats élémentaires pour les côtes françaises. Les habitats déclinés sont l'expression d'une variabilité écologique (chorologique, climatique, édaphique...) ou biogéographique (répartition atlantique et méditerranéenne...), ou de l'influence anthropique (modes de gestion) de l'habitat générique.

2.4.3.4.3. Le référentiel national : La Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & La Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée^{13 14}

Publié par le Service du Patrimoine Naturel (Muséum national d'Histoire Naturelle), le référentiel national des habitats marins benthiques est composé de deux parties : une typologie des **biocénoses benthiques de Méditerranée** réalisée en 2011 (Michez et al. et mise à jour en 2014) et une pour les habitats présents en **Manche, en Mer du Nord et en Atlantique** (Michez et al., 2015).

¹² « Cahiers d'Habitats » Natura 2000 - 2004. Tome 2, Habitats côtiers. La Documentation française

¹³ Michez N., Bajjouk T., Aish A., Andersen A. C., Ar Gall E., Baffreau A., Blanchet H., Chauvet P., Dauvin J.-C., De Casamajor M. - N., Derrien - Courtel S., Dubois S., Fabri M. - C., Houbin C., Legall L., Menot L., Rolet C., Sauriau P.-G., Thiebaut E., Tourolle J., Van den Beld I., 2015. **Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique Version 2. Rapport SPN 2015** - 45, MNHN, Paris, 61 pages.

¹⁴ Michez N., Fourt M., Aish A., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Fabri M.-C., Goujard A., Harmelin J.-G., Labrune C., Pergent G., Sartoretto S., Vacelet J., Verlaque M., 2014. **Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée Version 2. Rapport SPN 2014** - 33, MNHN, Paris, 26 pages.

Ce référentiel national définit un langage commun facilitant la mise en œuvre des politiques publiques de conservation et permet d'inventorier les habitats présents en France métropolitaine. Son utilisation est préconisée pour l'ensemble des programmes ayant attrait à la conservation des habitats marins à l'échelle nationale.

Il sert également de support pour établir le point de vue français sur cette thématique ainsi que les propositions de modifications et d'ajouts au référentiel européen des habitats EUNIS.

Ce référentiel est décliné en **6 niveaux** pour la Manche, Mer du Nord et Atlantique et en **4 niveaux** pour la Méditerranée.



Figure 15. Les typologies des biocénoses benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & de Méditerranée (2015 et 2014)

2.5 SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS SUIVIS ET NOMENCLATURE ADOPTÉE

Station	Compartiment	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
SB1	Sédiment Benthos	43° 26.809'N	4° 51.168'E	4,5
SB2	Sédiment Benthos	43° 26.826'N	4° 51.234'E	5
SB3	Sédiment Benthos	43° 26.723'N	4° 51.282'E	11
SB4	Sédiment Benthos	43° 26.907'N	4° 51.106'E	5
S5	Sédiment	43° 26.666'N	4° 51.367'E	12
S6	Sédiment	43° 27.057'N	4° 51.018'E	5
SB. Ref. Canal du Rhône	Sédiment Benthos	43° 27.256'N	4° 50.851'E	5
SB. Ref. Arcélor	Sédiment Benthos	43° 26.883'N	4° 51.612'E	7
SB. Ref. Sud	Sédiment Benthos	43° 26.297'N	4° 51.775'E	6
SE Lag. Asco	Sédiment	43° 26.762'N	4° 51.102'E	2
MV1	Matière Vivante	43° 26.798'N	4° 51.150'E	0,5
MV2	Matière Vivante	43° 26.811'N	4° 51.141'E	0,5
MV3	Matière Vivante	43° 26.901'N	4° 51.091'E	0,5
MV4	Matière Vivante	43° 26.711'N	4° 51.259'E	0,5
MV Ref. Arcélor	Matière Vivante	43° 26.900'N	4° 51.711'E	0,5
MV Ref. Canal du Rhône	Matière Vivante	43° 27.253'N	4° 50.828'E	0,5
MV Ref. Sud	Matière Vivante	43° 26.227'N	4° 51.674'E	0,5

Tableau 7. Coordonnées GPS (WGS 84) et profondeur des stations de suivi



3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

3.1.1 DONNEES METEOROLOGIQUES

3.1.1.1 Pluviométrie

Au niveau de la zone d'étude, les précipitations sont typiques de la région méditerranéenne. L'été est sec et se poursuit par un automne pluvieux. A Istres, située à environ 13 km du rejet, les précipitations annuelles moyennes sont de 803 mm en 2018 (cumul) et sont maximales en octobre (infoclimat.fr).

Durant l'été, les précipitations sont épisodiques, mais correspondent généralement à des épisodes orageux intenses, mais brefs, particulièrement à partir du mois d'août, sauf pour cette année 2017 où les précipitations ont été plus forte à partir de novembre. La plus forte précipitation quotidienne durant ce mois depuis le début des mesures en 1973 a d'ailleurs été mesurée en le en avril 2018 avec 109 mm de précipitations.

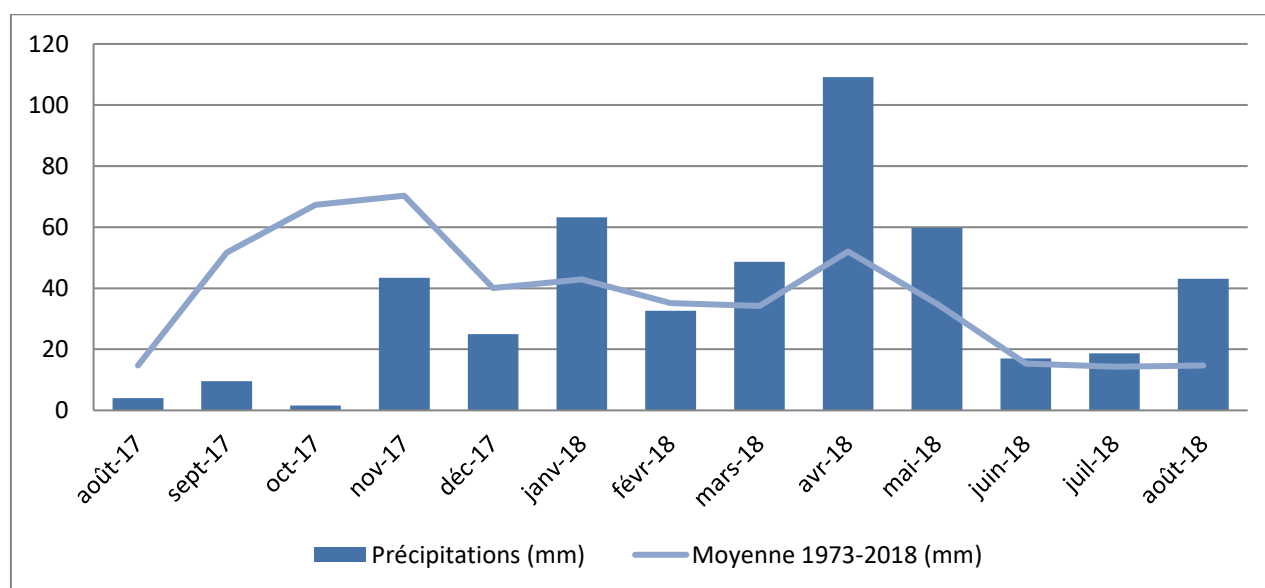


Figure 16. Pluviométrie à Istres d'août 2017 à août 2018 (infoclimat.fr)

Durant les 10 jours ayant précédé l'intervention en 2018 (comme en 2016), aucune précipitation n'a été relevée par la station météorologique.

L'année 2016 se différencie de l'année 2014, à Istres, par des pluies généralement moins importantes l'été et plus importante au printemps. Les précipitations mesurées au cours du mois précédant les prélèvements, en août 2018, ont été beaucoup moins importantes qu'en 2016 durant la même période précédant l'intervention. Les pluies survenues dans les 10 jours précédant les prélèvements ont été

absentes et n'ont probablement pas influencé les concentrations de polluants dans les sédiments ou la matière vivante.

3.1.1.2 Vent

Le golfe de Fos est caractérisé par deux principaux régimes de vents :

- Le Mistral, un vent de secteur nord-ouest sec et froid venant de la vallée du Rhône.
- Un vent marin de secteur sud-est, qui est moins fréquent, mais peut entraîner une forte agitation marine.

Mois de l'année	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Direction du vent	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙
Probabilité du vent >= 4 Beaufort (%)	45	49	50	54	52	50	58	47	42	42	44	42	47
Vitesse du vent moyenne (kts)	12	13	13	13	13	12	13	12	12	11	12	11	12
Temp. de l'air moyenne (°C)	9	10	13	17	21	25	28	27	23	19	13	10	17

Distribution de la direction du vent en // %

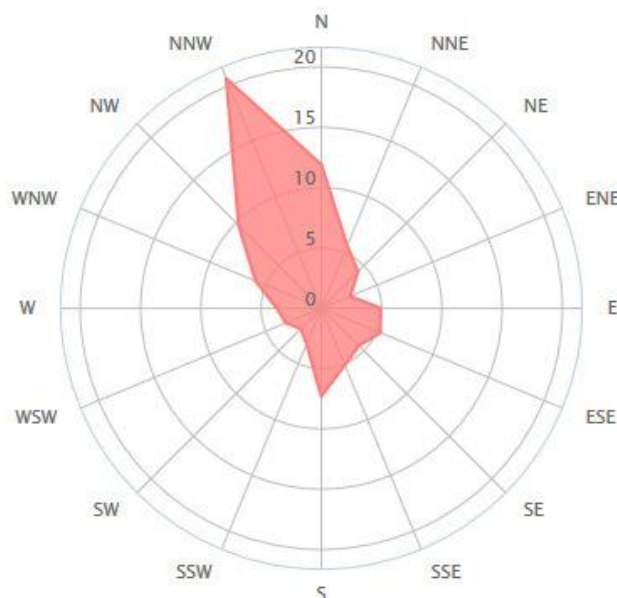


Figure 17. Statistiques des vents à Istres entre novembre 2000 et août 2018, de 7h à 19h -
4 beauforts = 12 kts = 20 à 28 km/h (windfinder.com)

Ces régimes de vent n'ont pas de périodicité propre. Néanmoins, les périodes où les vents sont les plus faibles et où les rafales supérieures à 16 m/s (ou 58 km/h) sont les moins fréquentes et correspondent au mois de juillet. Les jours sans vents représentent moins de 4% du temps sur l'année.



Date	08/09 /2018	09/09 /2018	10/09 /2018	11/09 /2018	12/09 /2018	13/09 /2018	14/09 /2018	15/09 /2018	16/09 /2018	17/09 /2018	18/09 /2018
Rafales maximum (Km/h))	36	19	19	31	30	32	50	41	31	33	35

Tableau 8. Rafales maximums du vent à Istres durant les 10 jours précédant l'intervention 2018 (meteociel.fr)

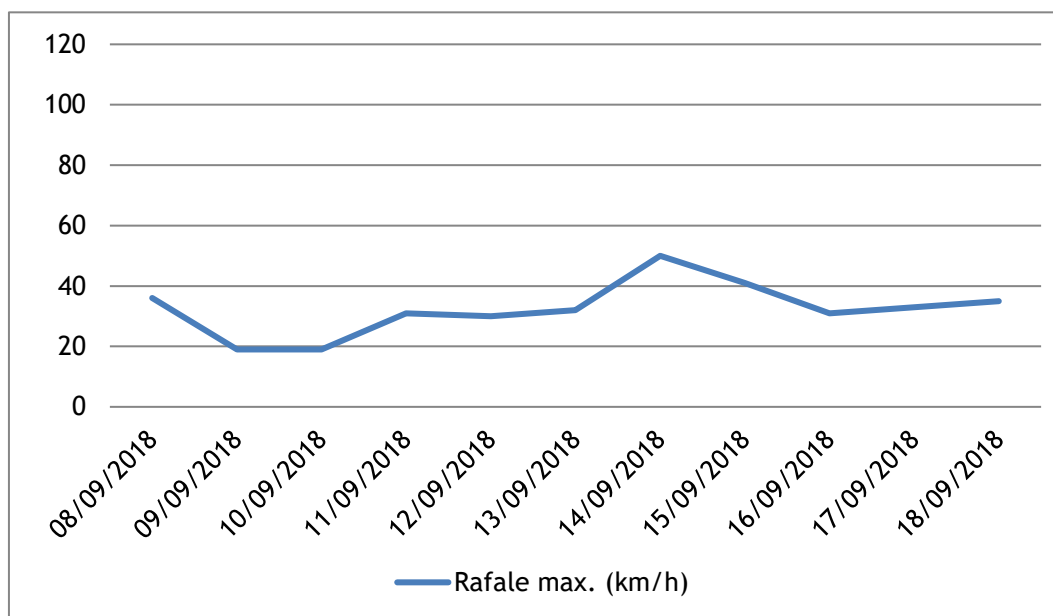


Figure 18. Vitesse du vent à Istres (13) en rafales maximum durant les 10 jours précédant l'intervention 2018 (meteociel.fr)

Les prélèvements ont été effectués en 2018 à la suite d'une période de calme qui a duré plusieurs jours. Les vitesses des vents étaient comprises depuis le 22 septembre 2016 jusqu'à la date des prélèvements entre 0 et 50 km/h (0 à 4 Beauforts). Au plus fort, ces vents correspondent au terme générique de « jolie brise » (petites vagues devenant plus longues, moutons nombreux).

L'agitation générée par les vents n'a probablement pas été suffisante pour engendrer une perturbation du milieu sédimentaire lors des prélèvements.

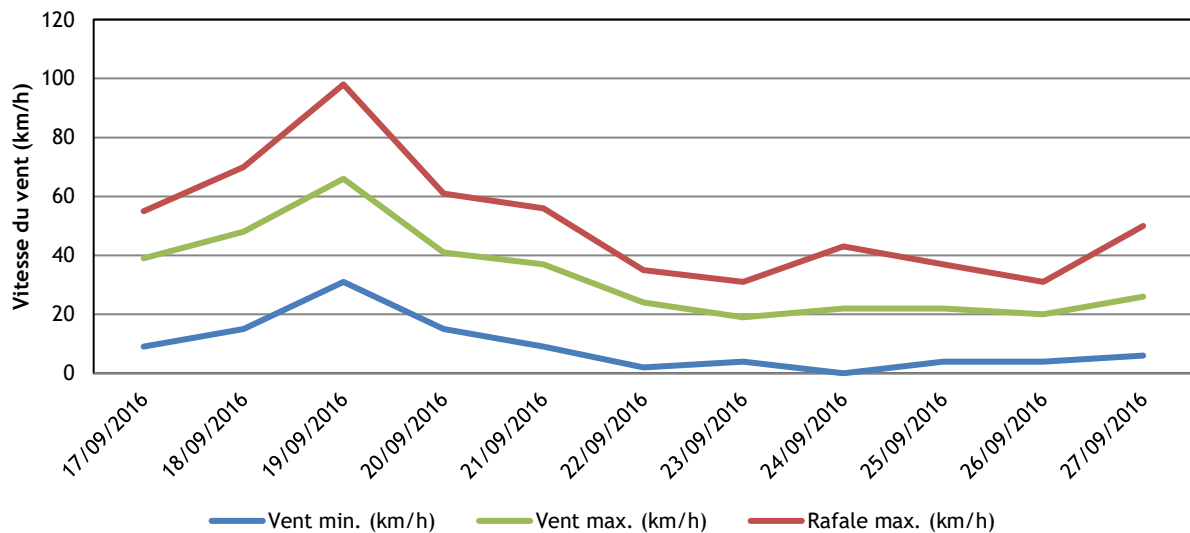


Figure 19. Vitesse du vent à Istres (13) durant les 10 jours précédant l'intervention 2016 (meteociel.fr)

Les prélèvements ont été effectués en 2016 à la suite d'une période de calme qui a duré plusieurs jours. Les vitesses des vents étaient comprises depuis le 22 septembre 2016 jusqu'à la date des prélèvements entre 0 et 26 km/h (0 à 4 Beauforts). Au plus fort, ces vents correspondent au terme générique de « jolie brise » (petites vagues devenant plus longues, moutons nombreux).

L'agitation générée par les vents n'a probablement pas été suffisante pour engendrer une perturbation du milieu sédimentaire lors des prélèvements.

3.1.2 COURANTOLOGIE ET HYDRODYNAMISME

Le Golfe de Fos est une zone semi-fermée de 42 km² et d'une profondeur moyenne de -8 m, à l'exception du chenal d'accès aux darses 1 et 2 qui est dragué à - 24 m.

L'amplitude des marées et des courants associés jouent un rôle extrêmement faible dans la circulation des eaux dans le golfe, qui est principalement contrôlée par les vents :

- Le Mistral entraîne des upwellings côtiers qui ont pour conséquence un rapide refroidissement des eaux littorales.
- Les vents de secteur sud-est sont également à l'origine d'importants processus hydrodynamiques côtiers. Ils induisent des courants rapides, peuvent générer de fortes houles et jouent un rôle important dans le transport sédimentaire.

La courantologie de surface dans le golfe de Fos est présentée ci-après pour les vents dominants de Nord-Ouest et de Sud-Est (Ulses, 2002).

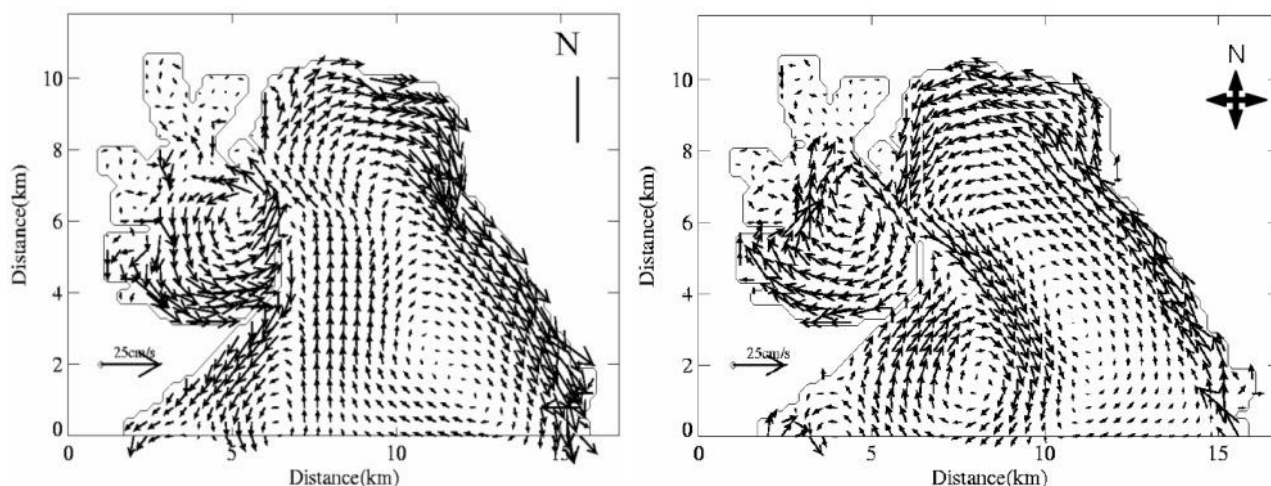


Figure 20. Courants de surface moyens obtenus avec le modèle SYMPHONIE en présence de vents de 8 m/s de secteur 330° (NO) à gauche, et de secteur 140° (SE) à droite (ULSES, 2002)

Par Mistral, une circulation des eaux dans le sens horaire est observée dans le golfe de Fos. Les courants côtiers générés par les vents de secteurs nord/nord-ouest sont très faibles (vitesse moyenne < 10 m/s) et impactent peu les darses à l'ouest du golfe. Ils forcent en revanche le long de la côte Est du golfe. Ce vent génère des houles courtes et de secteur nord/nord-ouest, d'une hauteur ne dépassant généralement pas 0,9 m.

Par vent de secteur sud-est, la circulation des eaux est inversée (antihoraire). Les courants côtiers qui en découlent sont également très faibles et impactent peu les darses à l'Ouest. Quelle que soit la direction du vent, la vitesse des courants diminue avec la profondeur au sein de la colonne d'eau. La houle levée par le vent de Sud-Est est généralement plus longue et vient du Sud (Nortekmed-Océanide, juin 2010). Les houles les plus importantes dans le golfe de Fos sont observées par vents d'Est/Sud-Est à Sud, qui peuvent atteindre une hauteur significative supérieure à 1,8 m. Le golfe de Fos est également influencé par les apports d'eau douce du Rhône, les canaux qui desservent la Darse 1 et les eaux saumâtres de l'étang de Berre.

Les vents soufflants au niveau de la zone d'étude génèrent des courants de vitesses relativement faibles (<10 m/s). Ils n'entraînent donc que peu d'entrées maritimes au niveau des darses. Les eaux de la darse 1 restent donc majoritairement influencées par le canal du Rhône dans sa partie nord. La station de référence Ref Sud peut néanmoins être influencée par les eaux marines en provenance du golfe et la station Ref Arcelor par les eaux de rejet de l'usine ArcelorMittal située sur le versant Est de la darse.

3.1.3 HYDROGRAPHIE

3.1.3.1 Etat des masses d'eau

Le golfe de Fos est identifié dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) comme une masse d'eau côtière fortement modifiée (MEFM). Selon la fiche du SDAGE 2016-2021 présentée ci-dessous, l'état écologique de cette masse d'eau est moyen et son état chimique mauvais en raison de la présence de mercure et de ses composés.

Golfe de Fos - LP_16_90				
FRDC04 Golfe de Fos			Eaux côtières	MEFM
Etat écologique : Moyen			Objectif : bon potentiel	2021
Motivations en cas de recours aux dérogations : FT			Etat chimique sans ubiquiste : Bon	Objectif : 2015
Paramètres faisant l'objet d'une adaptation : activités maritimes, substances dangereuses			Etat chimique avec ubiquiste : Mauvais	Objectif : 2027
Motivations en cas de recours aux dérogations : FT			Paramètres faisant l'objet d'une adaptation : Mercure et ses composés	
Commentaire				
Mesures pour atteindre les objectifs de bon état				
Pression à traiter : Activités maritimes				
GOU0202 Mettre en place ou renforcer un outil de gestion concertée (hors SAGE)				
MIA0701 Gérer les usages et la fréquentation sur un site naturel				
Pression à traiter : Pollution ponctuelle par les substances (hors pesticides)				
GOU0101 Réaliser une étude transversale (plusieurs domaines possibles)				
IND0201 Créer et/ou aménager un dispositif de traitement des rejets industriels visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée)				
IND0301 Mettre en place une technologie propre visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée)				
Mesures pour atteindre l'objectif de réduction des émissions de substances				
IND12 Mesures de réduction des substances dangereuses				

Figure 21. Fiche technique de la masse d'eau « Golfe de Fos » du SDAGE RMC en vigueur

La campagne de mesure de l'Ifremer effectuée dans le cadre de la DCE en 2012 montre une contamination des biotes (moules) par le mercure, ce qui a pour effet de maintenir la masse d'eau en « état mauvais ».

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Hydrologie						
Biologie	Phytoplancton					
	Benthos					
Chimie		Bon				Mauvais
	Biote					Hg
	Eau					
ETAT DE LA MASSE D'EAU						

Figure 22. Bilan de l'état de la masse d'eau « Golfe de Fos » au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013)

La masse d'eau est classée en « mauvais état » en 2012 en raison de la présence de mercure dans les échantillons de moules analysés.

La zone d'étude se situe au nord-est de l'embouchure du Grand Rhône. Le Rhône est à la fois une source importante de nutriments pour la vie marine, mais également un vecteur de contaminants. D'une longueur de 800 km, il est le milieu récepteur de nombreux rejets urbains et industriels qui contribuent à la



contamination générale du fleuve. Son embouchure est identifiée dans le SDAGE comme une masse d'eau de transition fortement modifiée.

Rhône maritime - TR_00_04			
FRDT20	Grand Rhône du seuil de Terrin à la méditerranée		Eaux de transition Masse d'eau fortement modifiée
Objectif d'état écologique : bon potentiel	Echéance : 2015	Objectif d'état chimique sans ubiquiste -	Echéance : 2015
		Objectif d'état chimique avec ubiquiste -	Echéance : 2027
Motivations en cas de recours aux dérogations :		Motivations en cas de recours aux dérogations :	Faisabilité technique
Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :		Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :	Benzo(g,h,i)perylène + Indeno(1,2,3-cd)pyrène / Mercure et ses composés
Objectif plus strict au titre des zones protégées :			
Mesures pour atteindre les objectifs de bon état			
Pression à traiter : Altération de la morphologie			
MIA0101 Réaliser une étude globale ou un schéma directeur visant à préserver les milieux aquatiques			

Tableau 9. Fiche technique de la masse d'eau « Grand Rhône du seuil de Terrin à la Méditerranée » du SDAGE RMC en vigueur

Classes d'état de la masse d'eau	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Hydrologie					
ETAT DE LA MASSE D'EAU					

Figure 23. Bilan de l'état de la masse d'eau FRDT20 au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013)

La masse d'eau « Grand Rhône du seuil de Terrin à la Méditerranée » à laquelle est reliée la darse 1 via le canal du Rhône présentait un très bon état hydrologique en 2012. Cependant, l'indicateur « Hydrologie » est pour l'instant le seul paramètre analysé sur cette masse d'eau, contrairement à plusieurs autres masses d'eaux de transition pour lesquelles des indicateurs « Biologie » et « Chimie » sont évalués.

3.1.3.2 Le Rhône et son panache

Le Rhône fonctionne selon un régime hydrologique régulier contrôlé par la fonte des glaciers alpestres, la fonte nivale et les précipitations (Bravard et Clémens, 2008). Au niveau de Beaucaire et Tarascon (dernières stations de mesure du débit du fleuve avant l'embouchure), le débit moyen journalier du Rhône a été estimé à environ 1700 m³/s. Ce débit varie au cours des saisons et connaît généralement ses plus fortes valeurs au printemps et à l'automne. Les étiages, dans la partie aval du Rhône sont rarement extrêmes et apparaissent progressivement. Les périodes de faibles débits (débit inférieur à la moyenne) apparaissent de juin-juillet à octobre. Les périodes de crues (débit dépassant le seuil des 3000 m³/s) arrivent en général brutalement dès le retour de la saison des pluies en automne.

Les eaux du Rhône sont dispersées, dès leur arrivée en mer, par les vents et les courants. Son panache s'étend globalement du Golfe du Lion à l'Ouest, au cap Couronne à l'Est, dans la zone bathymétrique de 20 à 100 m.

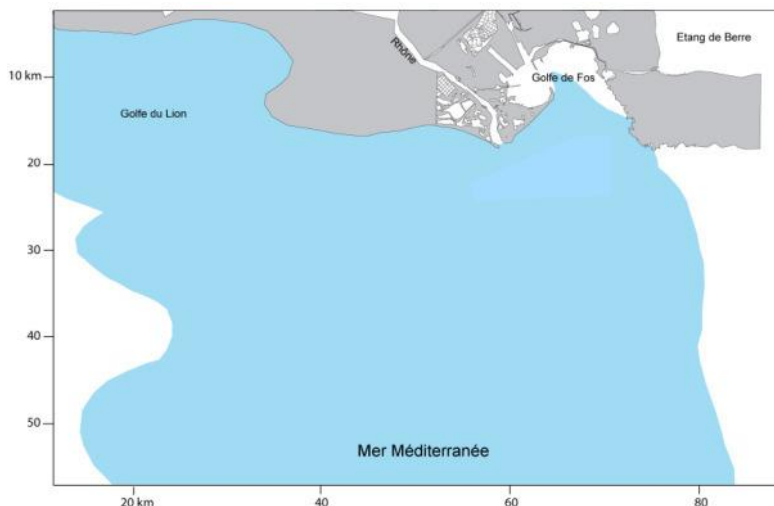


Figure 24. Extension maximale du panache de dilution du Rhône (Hermand, 2008)

Le panache évolue de manière différente en fonction des conditions météorologiques (Hermand, 2008) :

- Par temps calme, la topographie favorise l'entrée d'eau douce du Rhône dans le sud du golfe de Fos.
- Par vent de Nord-Ouest, le panache se détache de la côte et se dirige vers le sud sur une vingtaine de kilomètres puis dévie vers le Sud-Ouest au large.
- Par vent de Sud-Est, le panache est plaqué contre la côte camarguaise. La majorité des eaux fluviales est alors dirigée vers l'Ouest, mais une petite partie pénètre dans le golfe de Fos, le long du They de la Gracieuse.
- Par vent de Sud-Ouest, le panache est poussé vers l'Est favorisant une entrée significative d'eau fluviale dans le golfe de Fos.

Le canal qui relie le Rhône au golfe de Fos par la Darse 1 représente un débit de l'ordre de 1% du débit du Rhône.

Les eaux du panache du Rhône n'influencent la masse d'eau de la zone d'étude que lors de conditions météorologiques particulièrement fortes mettant en œuvre des vents violents de sud-ouest, peu fréquents dans le secteur d'étude. Le sud de la darse peut alors être influencé par des entrées maritimes. Le nord de la darse semble trop enclavé pour être influencé par celles-ci. Les eaux du canal du Rhône influencent donc probablement majoritairement les eaux de la zone d'étude. Elles peuvent véhiculer des contaminants en provenance du Grand Rhône.



3.2 DONNEES D'ACTIVITE ASCO INDUSTRIES ET MESURES INTERNES DE QUALITE DES EAUX

À la suite du suivi 2012, il a été suggéré en réunion avec les services de l'état d'opposer les données d'activités de l'usine et d'autosurveillance du rejet aux données d'analyses géochimiques des sédiments, de la matière vivante (moule) et des peuplements benthiques.

Ces données représentent une source de compréhension complémentaire aux variations de la contamination ou de l'état global des différents compartiments analysés lors des suivis.

3.2.1 INTENSITE DE LA PRODUCTION LORS DES ANNEES DE SUIVI

La figure suivante présente les quantités d'acier produit chaque mois par l'usine ASCO INDUSTRIES lors des années de suivi environnemental en 2010, 2012, 2014, 2016 et 2018.

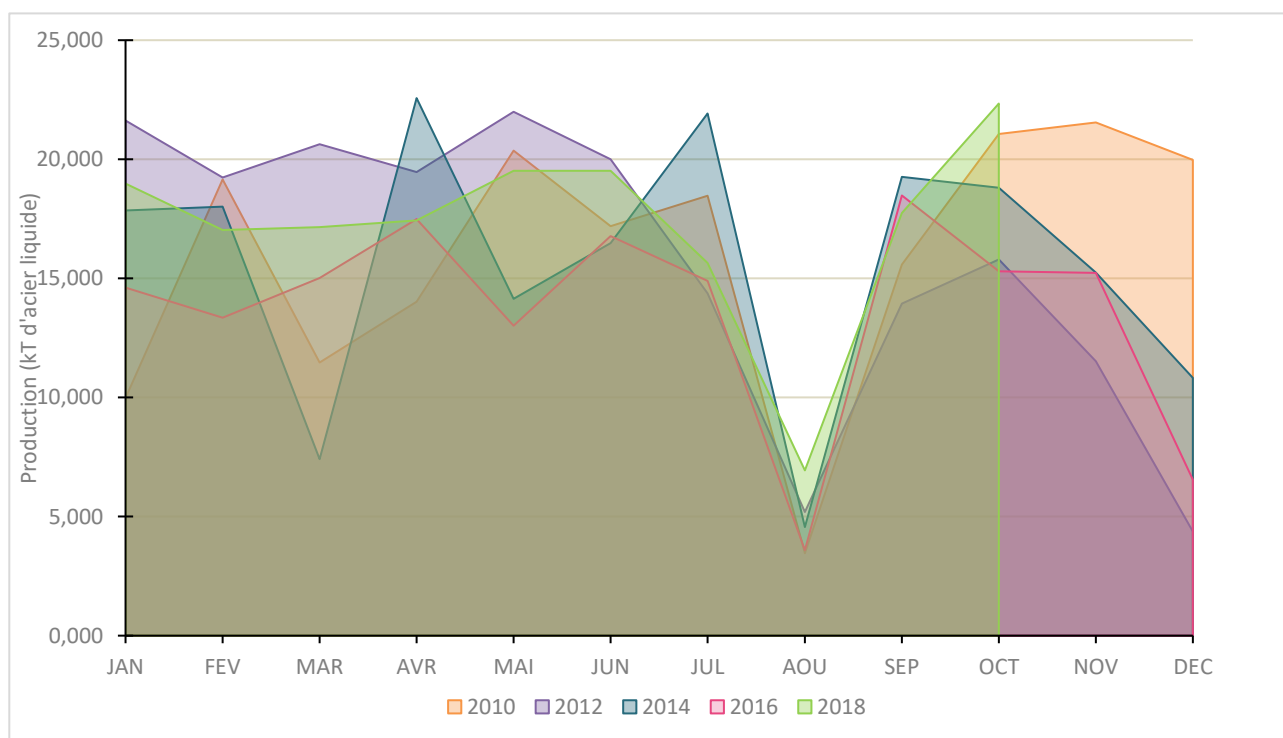


Figure 25. Production de l'usine ASCO INDUSTRIES au cours des années de suivi en 2010, 2012, 2014, 2016 et jusqu'à l'intervention de Setec in vivo en septembre 2018 (ASCO INDUSTRIE, 2018)

La production de l'usine est relativement constante depuis le début de l'année 2018 et se situe autour de 17 000 T d'acier liquide produit. Les productions mensuelles sont de manière générale, plus importantes en 2018 qu'en 2016. Les valeurs de production des mois de mai et juin 2018 sont les plus élevées que les années 2014 et 2016.

La production de l'usine est sensiblement la même d'une année sur l'autre depuis 2010 et s'échelonne entre environ 7 kT/mois et 24 kT/mois. Le mois d'août est consacré à l'entretien des installations. La production est donc réduite durant ce mois de l'année. L'année 2018 se distingue par des valeurs de production en hausse au mois d'octobre. Les valeurs de production des mois précédant l'étude sont du même ordre que les années 2010 et 2012.

3.2.2 AUTO SURVEILLANCE DU REJET

À la demande des services de l'état, les données d'auto surveillance du rejet ont été mises à disposition. Les planches ci-après présentent les flux quotidiens de métaux rejetés au cours des années ayant fait l'objet d'un suivi, soit en 2010, 2012, 2014, 2016 et 2018. Elles sont comparées aux valeurs maximales admises par le dispositif d'auto surveillance (valeur max) et les Normes de Qualité Environnementale en vigueur. Celles-ci sont visibles en annexe.

Planche 5. Relevés d'auto surveillance lors des années de suivi 1/3

Planche 6. Relevés d'auto surveillance lors des années de suivi 2/3

Planche 7. Relevés d'auto surveillance lors des années de suivi 3/3

En 2018, les mesures montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en cadmium en mai. Un petit épisode d'augmentation dans les concentrations en métaux est visible, couplé à une chute du PH en février.

3.3 SEDIMENTS

3.3.1 GRANULOMETRIE

La granulométrie est un facteur important dans l'évaluation de la contamination des sédiments marins. En effet la taille des particules dont est composé le sédiment va jouer un rôle dans la fixation des polluants sur le sédiment. Plus les particules sont fines et plus les liaisons entre elles sont fortes, le processus d'adsorption physique est donc facilité (Licari, 1998).

La taille des grains constituant un sédiment est extrêmement variable. Elle dépend avant tout des conditions dynamiques régnant dans le milieu de dépôt. Grossièrement, on distingue : les sables, dont la taille est supérieure à 63 μm ; les limons, dont la taille est comprise entre 2 et 63 μm ; les argiles, dont la taille est inférieure à 2 μm .



3.3.1.1 Résultats 2018

Station	Argiles (% particules <0,002mm)	Limons (0,002mm<% particules <0,063mm)	Sables (0,063mm<% particules <2mm)
Lagune ASCO INDUSTRIE			
SE Lag Asco	4,55	41,76	53,69
Sédiments marins			
SB Ref Canal du Rhône	10,06	75,48	14,45
S6	8,08	59,28	32,64
SB4	9,8	83	7,19
SB1	9,49	79,08	11,42
SB2	8,66	75,19	16,14
SB Ref Arcelor	9,24	74,28	16,49
SB3	9,59	85,6	4,82
S5	10,94	80,85	8,22
SB Ref Sud	1,18	12,67	86,14
Moyenne Sédiments marins	8,16	66,72	25,12
Ecart-Type	3,00	23,04	25,97

Tableau 10. Granulométrie des sédiments en septembre 2018

Trois stations sont constituées de fraction assez importante de sables : la station Se lag Asco (53.69 %) et la station SB Ref Sud qui elle est constituée à 86.14 % de fraction sableuse. Les reste des échantillons prélevés en 2018 dispose d'une composition granulométrique relativement similaire : les sédiments de la darse sont essentiellement des limons (entre 74 % et 85%), les sables sont ensuite les plus représentés avec proportionnellement 5 à 33% de l'ensemble des particules des échantillons, puis viennent les argiles à la hauteur de 8 à 11 %.

Les valeurs mesurées en 2018 sur l'ensemble des stations sont proches des valeurs des suivis précédents. Seule la station de la lagune présente une fraction de sable plus importante que les autres années.







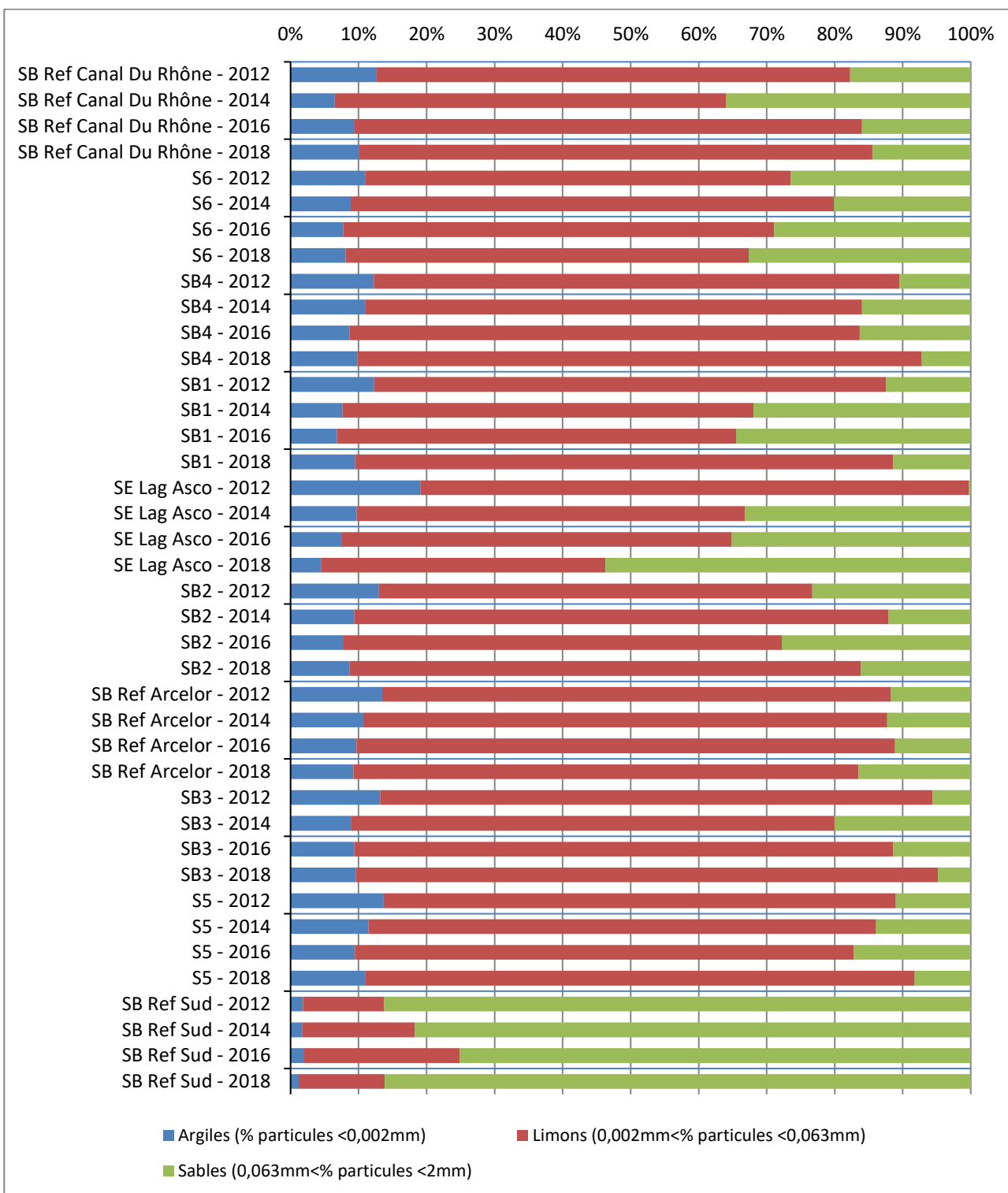


Figure 26. Granulométrie des sédiments entre 2012 et 2018

En 2012, les sédiments de la lagune ASCO INDUSTRIE étaient presque exclusivement constitués de limons (80,69%) et d'argiles (19,06%).



Il est possible de noter que la proportion de sable de la station la plus au sud de la Darse « SB Ref Sud » avait tendance à diminuer jusqu'en 2016 et a réaugmenté en 2018. En revanche, la station S5, située au nord de SB Ref Sud, qui voyait sa proportion de sables augmenter au cours du temps, rediminue sur le suivi de 2018.

L'augmentation de la part de sable dans les prélèvements entraîne une diminution des particules fines (particules < 63µm) auxquels les polluants sont préférentiellement liés. Cette évolution aura une incidence sur la contamination générale des échantillons concernés.

3.3.1.2 Proportion de particules fines entre 2010 et 2018

La part de particules fines dans les sédiments a légèrement augmentée ou s'est maintenue entre 2016 et 2018 au niveau de la plupart des stations. La station SB1 présente tout de même une importante augmentation entre 2016 et 2018. On note également des tendances depuis 2010 pour SB Ref Sud qui voit sa proportion de fines augmenter sur toute la période de suivi.

Stations	%Gr,<63µm				Variation	Variation
	2010	2012	2014	2016	2018	2016/2018
SB Ref Canal du Rhône	75,54	82,27	64,06	84,01	85,54	2
S6	64,18	73,51	79,88	71,1	67,36	-5
SB4	94,51	89,55	84,01	83,69	92,8	11
SB1	88,41	87,59	68,06	65,52	88,57	35
SE Lag Asco	92,79	99,75	66,79	64,87	46,31	-29
SB2	0	76,72	87,87	72,23	83,85	16
SB Ref Arcelor	85,41	88,29	87,74	88,61	83,52	-6
SB3	90,7	94,41	79,98	88,61	95,19	7
S5	0	89	86,11	82,79	91,79	11
SB Ref Sud	7,46	13,77	18,28	24,89	13,85	-44

Tableau 11. Proportion de la fraction fine dans les prélèvements de 2010 à 2018, et pourcentage de variation.

DM = Données manquantes

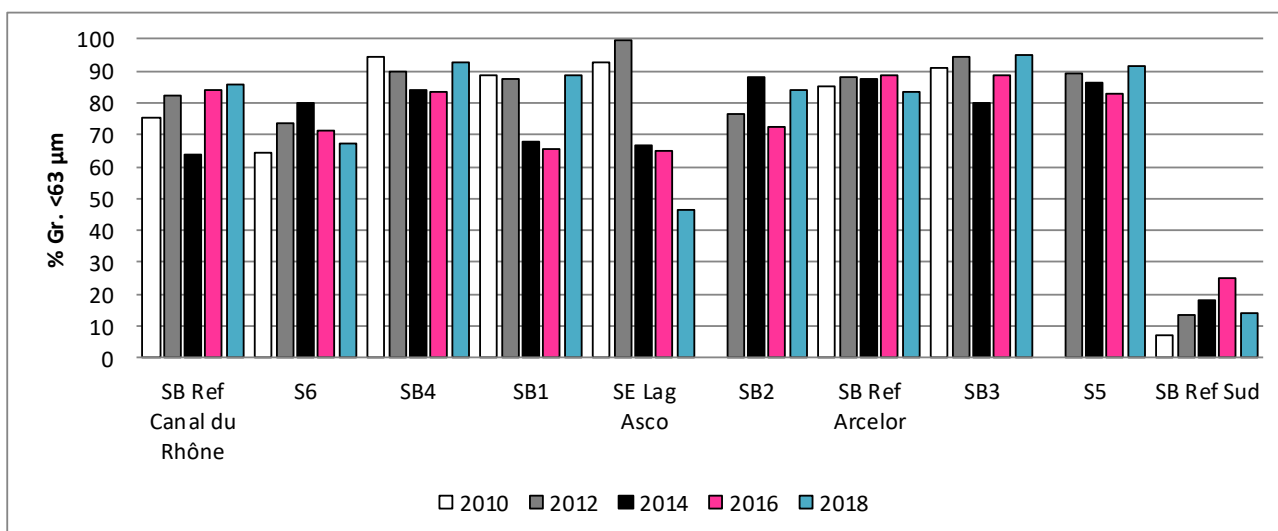


Figure 27. Pourcentage de fraction fine au niveau des stations de suivi de 2010 à 2018 (Safège, In Vivo, Setec)

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2018 ont montré que la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement équivalentes.

Cependant, comme pour les suivis précédents, il est important de noter la part plus importante de sable caractérisant l'échantillon SB Ref Sud vis-à-vis des autres stations échantillonnées. Cette proportion tendait à diminuer entre 2012 et 2016 et augmenter en 2018. Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), les sédiments des stations ont vu leur proportion de fines augmenter. Les autres prélèvements présentent des taux stables en particules de diamètre inférieur à 63 µm mis à part la station de référence Lag Asco qui voit sa proportion de sédiment fins diminuer en 2018.

L'envasement globale de la zone proximité du rejet est encore visible lors de cette campagne.

Une augmentation notable de la part de fine est également observable au nord de la zone au niveau de la station SB Ref Canal du Rhône entre 2014 et 2016. La proportion relevée dans l'échantillon de 2018 dépasse la valeur mesurée en 2012.

Ces variations peuvent entraîner une évolution de la contamination de la darse liée à la présence de particules fines.

3.3.2 COMPOSES ORGANIQUES ET NUTRITIFS

3.3.2.1 Valeurs de références

Les résultats de contamination organique obtenus par l'analyse des sédiments marins et lagunaires prélevés sont comparés à des valeurs de références définies par :

- L'« outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaire » (IFREMER, 2008) élaboré par le « Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) » du Languedoc-Roussillon en collaboration avec l'IFREMER pour les teneurs en matière organique, en azote et en phosphore.



États	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
MO (% de MS)	<3,5	3,5 - 5	5 - 7,5	7,5 - 10	>10
NT (g/kg de MS)	<1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	>4
PT (mg/kg MS)	<400	400 - 500	500 - 600	600 - 700	>700

Tableau 12. Valeurs de référence des teneurs en matière organique et nutriments (IFREMER, 2008)

- Le « Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire » élaboré pour le compte de la Région PACA et de l'Agence de l'Eau RMC (Licari, 1998) pour les concentrations en **Carbone Organique Total**.

Concentration en CO en % du poids sec	Faible	Moyenne	Forte
Fraction <63µm <60%	<0,44	0,44 - 0,75	>0,75
Fraction <63µm >60%	<0,75	0,75 - 1,33	>1,33

Tableau 13. Valeurs de référence des teneurs en carbone organique selon le pourcentage de fraction fine (Licari, 1998)

- L'**Indice de Contamination Organique** issu des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) se basant sur une évaluation de trois paramètres : le Carbone Organique Total, l'Azote Total et le Phosphore Total. Leur concentration dans le sédiment est hiérarchisée en 5 classes selon le tableau suivant. L'Indice de contamination organique s'étend de 0 à 11 et correspond à la somme des trois valeurs obtenues.

Indice		Nulle 0	Faible 1	Moyen 2	Fort 3	Très fort 4
Paramètres	Carbone Organique Total (%)	<0,6	0,6 - 2,3	2,4 - 4	4,1 - 5,8	>5,8
	Azote Total (mg/ kg de MS)	<600	600 - 1200	1200 - 2400	2400 - 3600	>3600
	Phosphore total (mg/kg de MS)	<500	500 - 800	800 - 1200	>1200	
Indice de Contamination Organique		0	0 - 2,75	2,75 -5,5	5,5 - 8,25	>8,25

Tableau 14. Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003)

3.3.2.2 Matière organique

Les mesures effectuées au niveau de la lagune ASCO INDUSTRIES montrent un pourcentage élevé en matière organique (17,2%) correspondant à un niveau d'eutrophisation « mauvais » selon la grille de classification du RSL IFREMER. La valeur est proche de celle de l'année 2016 (niveau le plus haut depuis 2010) bien que légèrement plus faible.

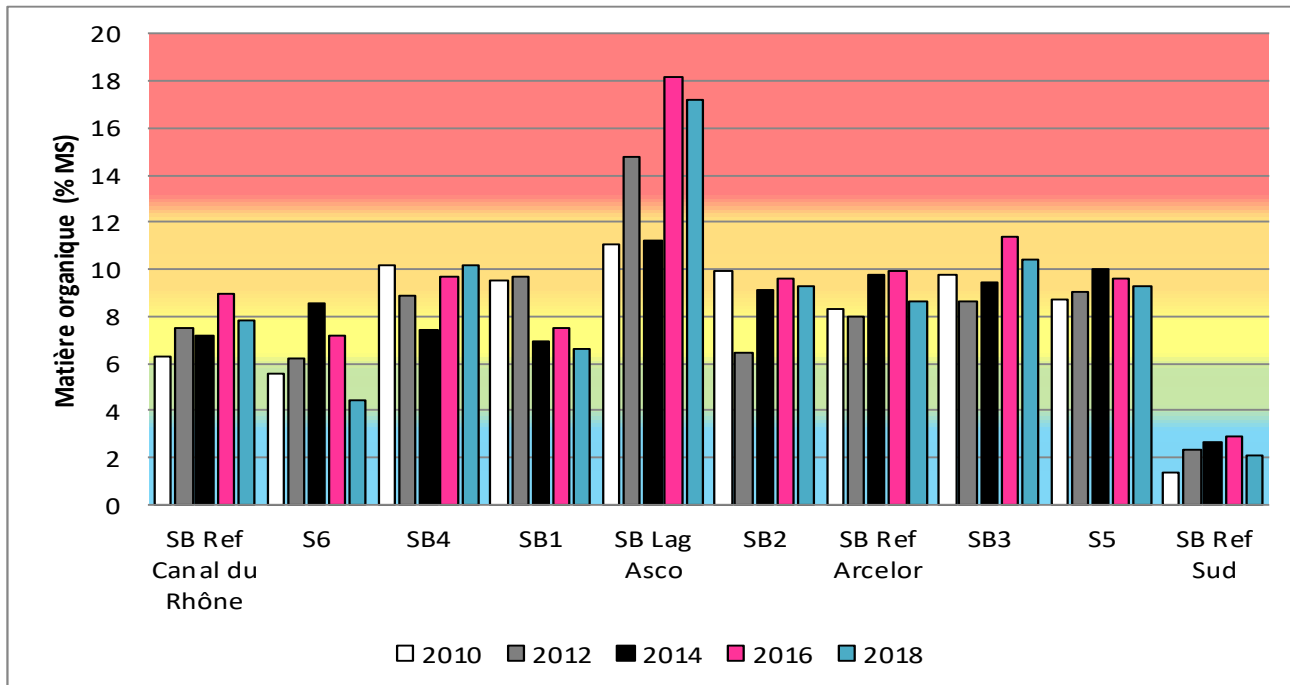


Figure 28. Pourcentage de matière organique du sédiment entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, Setec)

Les mesures effectuées en 2018 au niveau de la darse 1 montrent des concentrations en matières organiques légèrement plus importantes au sud du rejet (stations SB2, SB Ref Arcelor, SB3 et S5) qu'au nord (station SB1, SB4, S6, SB Ref Canal du Rhône). Ces concentrations correspondent à un niveau d'eutrophisation



« moyen » selon la grille du RSL IFREMER mis à part pour la station S6 qui en 2018 est au niveau « faible » selon cette grille.

Comme lors des suivis précédents, la station de référence SB Ref Sud présente une concentration faible en matière organique correspondant à un état d'eutrophisation « très bon » selon le RSL IFREMER. Cette concentration qui avait tendance à augmenter depuis 2010, est en baisse en 2018.

La figure suivante présente les données de concentration des échantillons en matière organique et en particules fines pour toutes les stations de la darse. La concentration en matière organique est relativement bien corrélée à la proportion de particules fines. Les mêmes tendances d'augmentation et de diminution sont observées entre 2012 et 2018. Les concentrations relevées au niveau de la station SB Ref Sud se distinguent par des valeurs extrêmes faibles en MO.

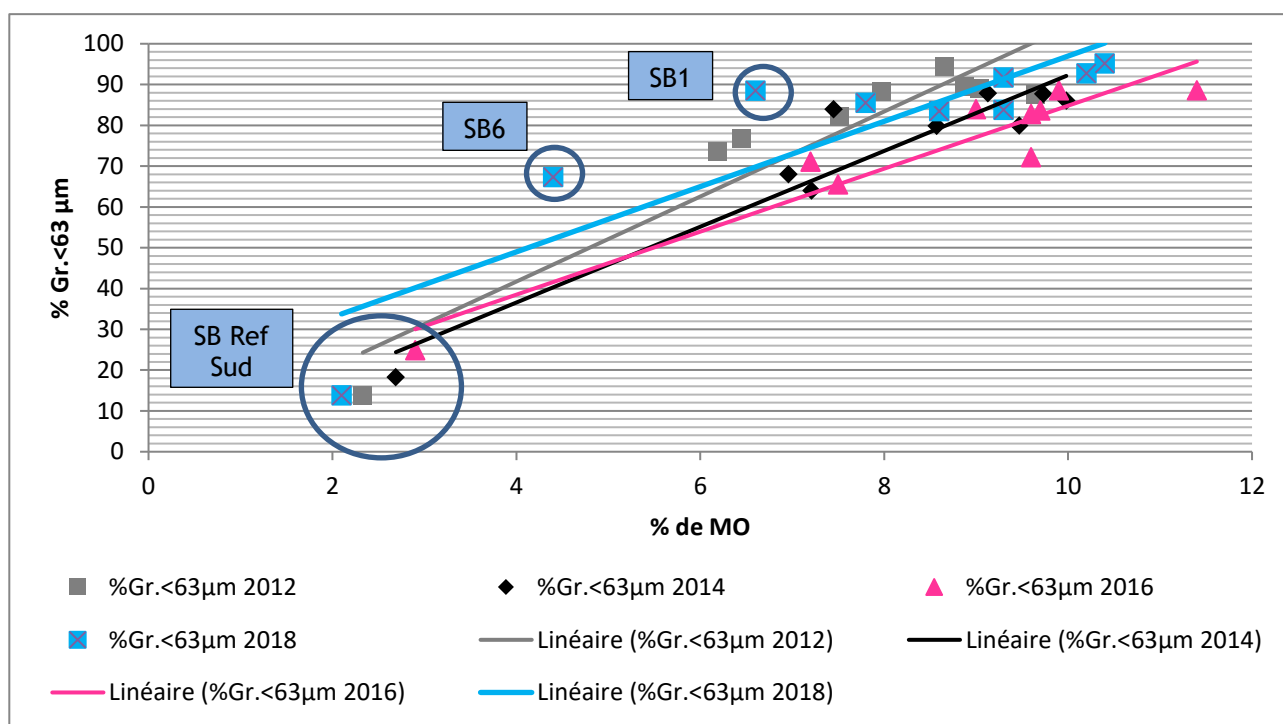


Figure 29. Relation entre la concentration en matière organique et en particules fines entre 2012 et 2018

En revanche, ces paramètres sont très peu corrélés pour les prélèvements effectués dans la lagune.

Ces graphiques montrent que pour l'ensemble des stations de la Darse, la concentration en matière organique a tendance à augmenter plus rapidement que la part de fines, exception faite de la station SB Ref Sud. Deux points sortent également de l'ensemble en 2016. Il s'agit des points correspondant aux stations SB1 et S6 :

- En SB1, une augmentation significative de la proportion de fine est visible en 2018 par rapport aux années précédentes ;

- En SB6, c'est une diminution significative de la concentration en matière organique en 2018 qui la distingue des autres stations.

Les teneurs en matière organique ont légèrement baissé pour la plupart des stations entre 2016 et 2018. Seule la station S6 affiche une baisse significative entre ces deux suivis.

Ces variations peuvent être dues en partie à une variation de la granulométrie entre les échantillons.

3.3.2.3 Carbone Organique Total

3.3.2.3.1. Résultats 2018

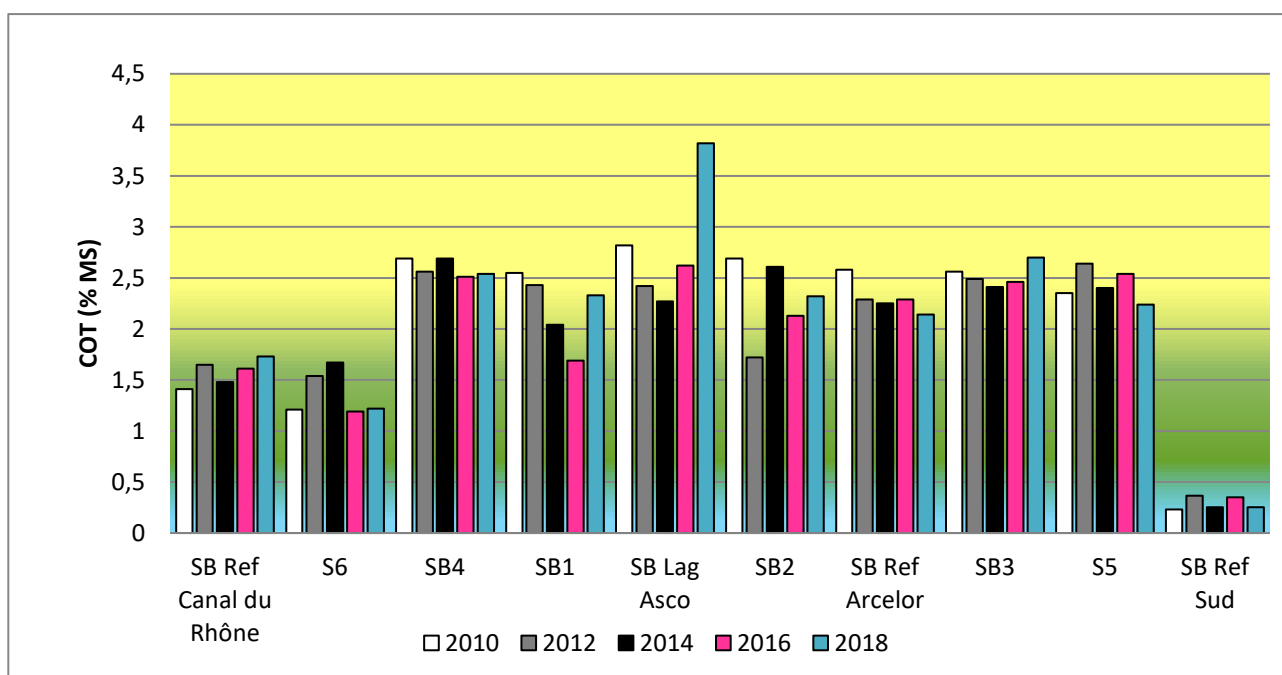


Figure 30. Pourcentage de carbone organique total entre 2010 et 2018 - Données brutes (Safege, In Vivo, Setec)

Les concentrations en carbone organique total des sédiments de la Darse 1 et de la lagune ASCO INDUSTRIES atteignent des niveaux élevés selon la classification de Licari (1998). Selon l'indice de contamination organique développé par Romont (1966) et Pruvot (1999), et repris par Alzieu (2003) pour évaluer la contamination portuaire, les valeurs sont d'un niveau faible (vert sur la figure ci-dessus) à moyen (jaune). En 2018, les valeurs les plus élevées sont atteintes au niveau des stations SB3 et SB4 ainsi que la station Lag Asco avec respectivement 2,70 % et 2,54 % et 3,82 % de COT. La station Sb Lag Asco présente des valeurs élevées en COT en 2018, la progression avec les autres années est très importante.

Comme lors des suivis précédents, la concentration la plus faible mesurée en 2018 est atteinte au niveau de la station SB Ref Sud (0,25%).

Les stations SB Ref Canal du Rhône et S6, situées en amont (au Nord) présentent, elles, les concentrations en COT les moins élevées mesurées dans la darse.



Les valeurs mesurées sur l'ensemble des stations sont relativement équivalentes entre elles et oscillent globalement entre 1% et 3.8 %. Ces valeurs sont considérées comme élevées.

La figure suivante présente la relation entre les proportions de fines et de COT des échantillons prélevés dans la Darse. La relation entre la proportion de COT et celle de particules fines dans les sédiments qui était très étroite en 2012 et 2014 apparaît moins nette en 2016, et l'est de nouveau en 2018

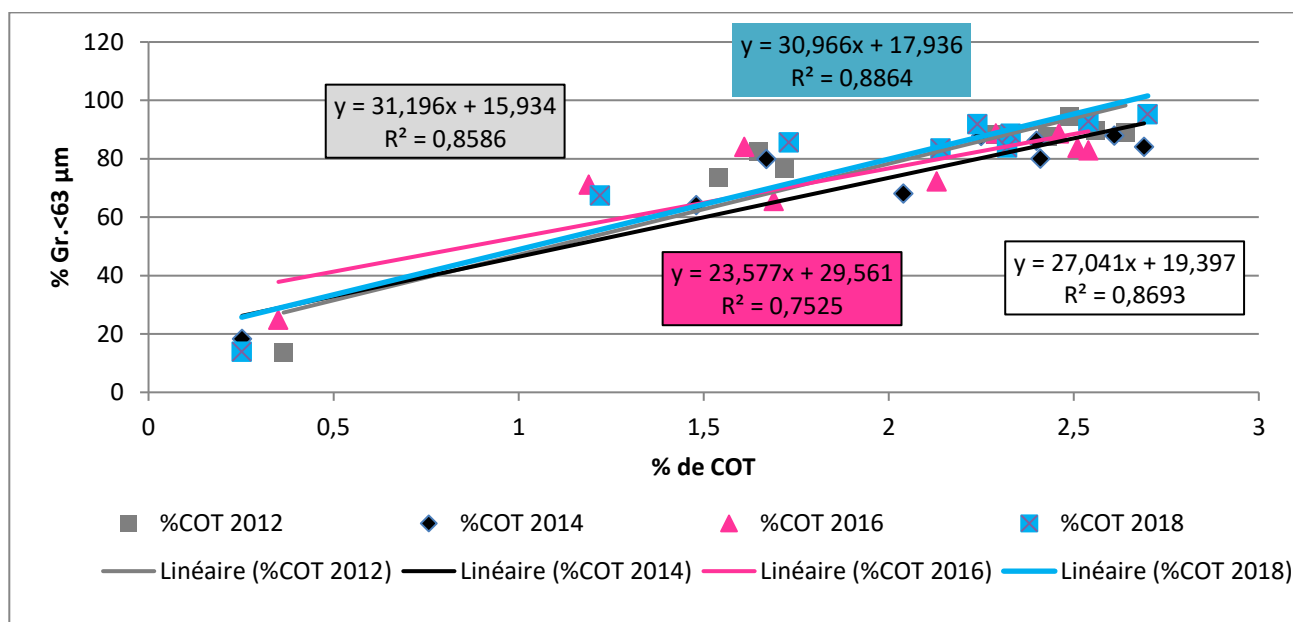


Figure 31. Relation entre le pourcentage de COT et le pourcentage de fines des sédiments entre 2012 et 2018

Les valeurs de Carbone Organique Total relevées en 2018 montrent des résultats comparables entre 2016 et 2018 sur les stations, à part sur les stations SB1, SB3 et SB Lag Asco où il y a une augmentation. Cette évolution peut être due aux différences granulométriques des échantillons prélevés pour ce même point en 2012, 2014 et 2016, car il existe une corrélation significative entre les concentrations en particules fines et en COT.

3.3.2.4 Azote de Kjeldahl

3.3.2.4.1. Suivi 2018

Les niveaux d'azote relevés au niveau de la quasi-totalité des stations sont compris entre **900 mg et 5100 mg par kg de MS** et sont considérés comme étant d'un niveau « bon » pour toutes les stations exceptée la station de la Lagune selon la grille d'évaluation du RSL IFREMER (2008) qui elle est classée comme « mauvaise ». Cette station avait pourtant des concentrations inférieures à **500 mg/kg de MS en 2016**.

Les concentrations calculées pour la station SB Ref Sud sont quant à elles inférieures à **500 mg/kg de MS**.

La concentration en azote des sédiments a augmenté à presque tous les points excepté celle du Canal du Rhône et SB4. Les valeurs restent dans les valeurs obtenues lors des précédents suivis mis à part pour la station de la Lagune.

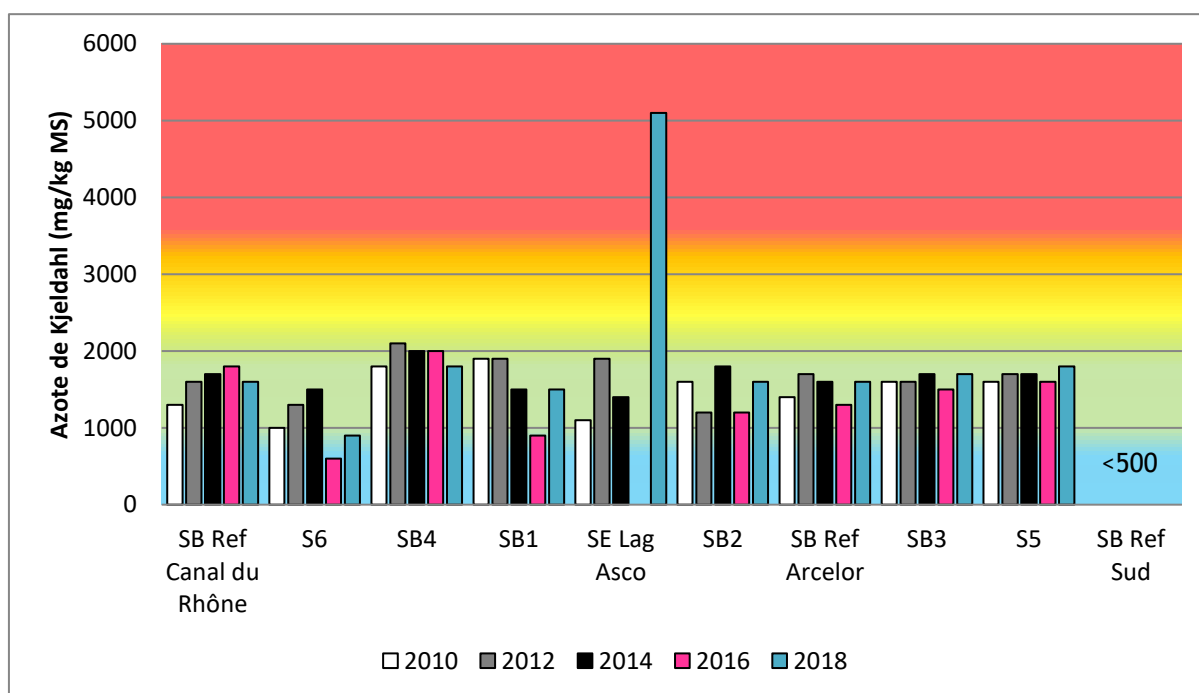


Figure 32. Concentration en azote total de 2010 à 2018 (SAFEGE, IN VIVO, Setec)

Les concentrations en azote des sédiments prélevés en 2018 sont globalement en hausse par rapport à 2016. La station SE Lag Asco présente un fort pic de concentration en azote en 2018 (près de 4 à 5 fois plus que dans les autres stations) alors qu'en 2016 sa valeur était quasiment nulle. Les concentrations mesurées au niveau des stations faisant face au rejet (SB1, SB2) qui avaient largement diminué en 2016 par rapport à 2014, ont de nouveau augmenté en 2018.

Le rejet ASCO INDUSTRIES a vraisemblablement une incidence sur la contamination en azote des sédiments en 2018.



3.3.2.5 Phosphore

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire, l'orthophosphate, est essentielle à la vie aquatique.

3.3.2.5.1. Suivi 2018

Les mesures de phosphore montrent des concentrations relativement équivalentes sur l'ensemble des stations de mesure de la darse 1 sauf sur la station SB1 où en 2018 les concentrations sont très élevées. En 2010, un pic de concentration était observé au droit du rejet (station SB1), ainsi qu'au nord de celui-ci au niveau de la station SB4.

En 2018 les valeurs de la concentration en phosphore sont proches des valeurs de 2016, ce qui classe les stations dans un état « moyen », excepté pour les stations SB3 et SB4, classées à un niveau « médiocre » et à un niveau « mauvais » des sédiments selon le RSL IFREMER (2008) pour la station SB1 et s Lag Asco.

L'échantillon analysé au niveau de la station SB REF Sud dispose, comme depuis 2010, de la concentration la plus faible relevée dans la Darse avec **305 mg/kg de MS**. Cette valeur a diminué depuis 2016 et correspond à un « bon » état.

La concentration en phosphore des sédiments de la lagune ASCO INDUSTRIE augmentait depuis 2012 et est en légère baisse en 2018. Il est possible qu'il y ai une répercussion sur les concentrations mesurées dans la darse en station SB1 en 2018.

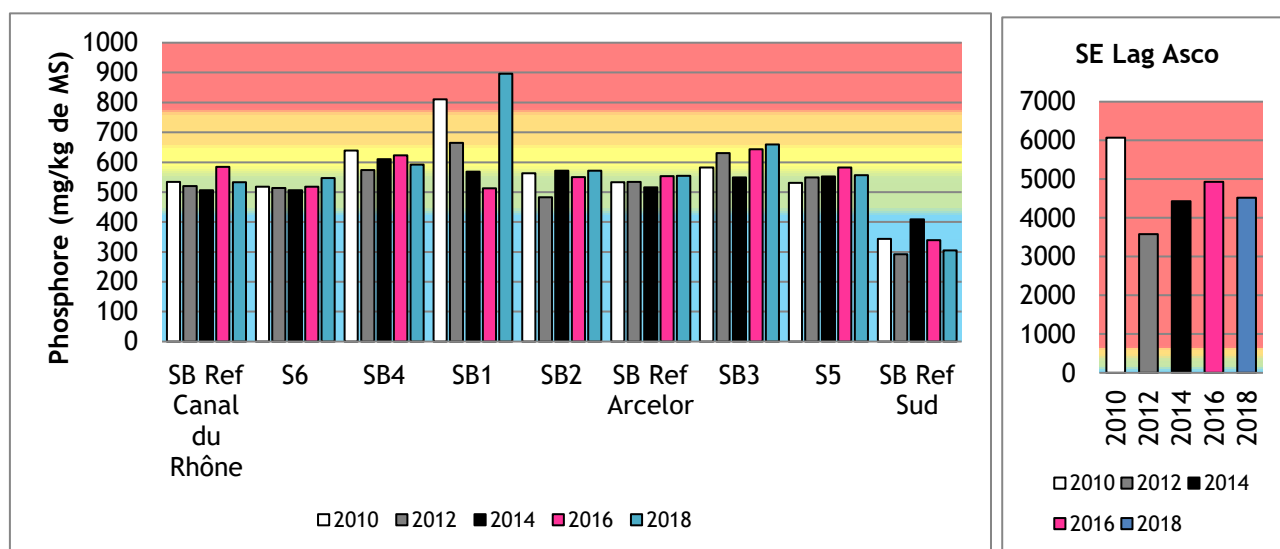


Figure 33. Concentration en phosphore total de 2010 à 2018 - Données brutes (Safege, In Vivo)

3.3.2.5.2. Comparaison 2010 à 2018

En faisant abstraction de la lagune pour laquelle la concentration en phosphore est très élevée, il existe une meilleure corrélation de la concentration en phosphore des sédiments avec leur concentration en COT qu'avec leur concentration en fines. La courbe de tendance n'est pas proche de celle des autres années.

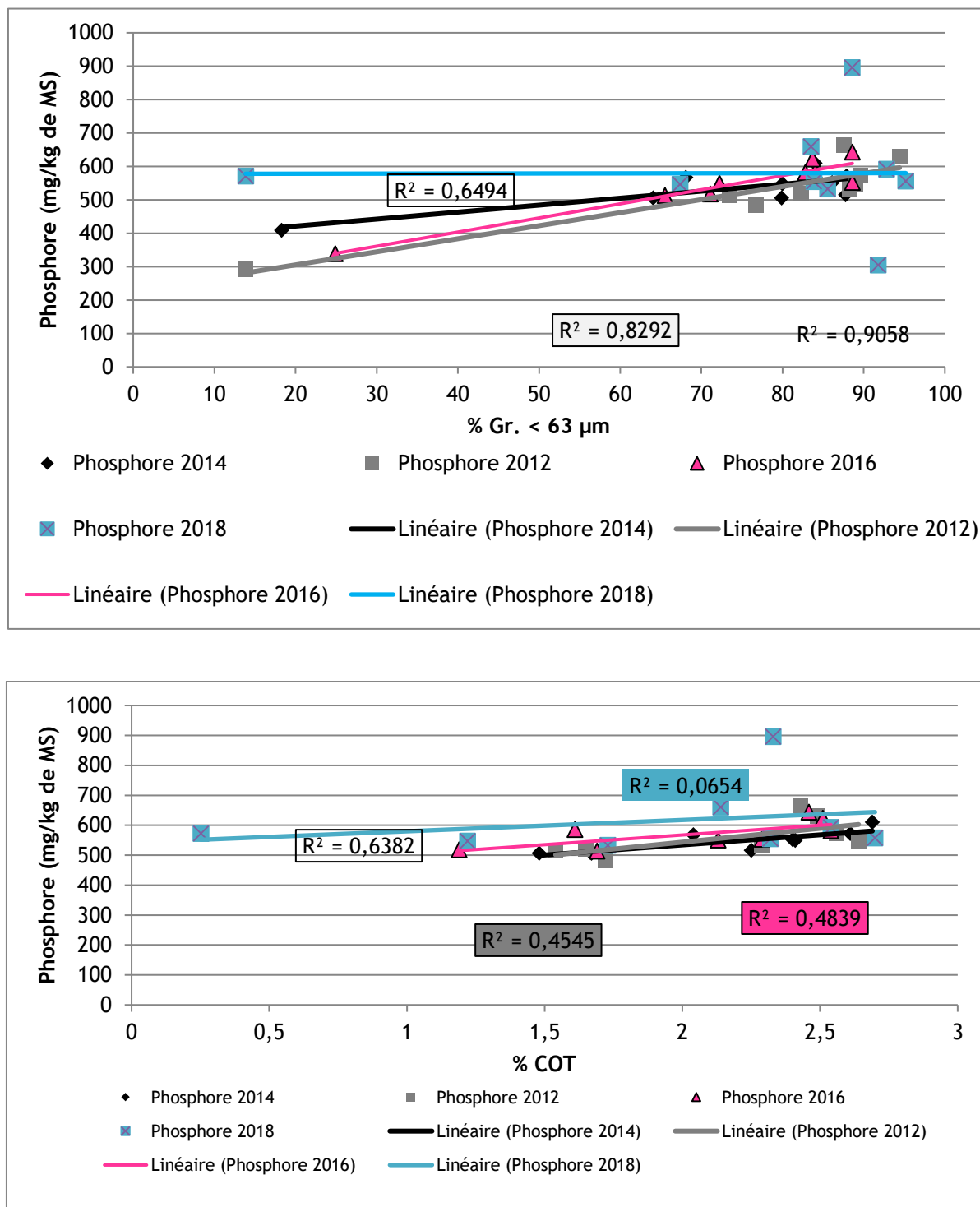


Figure 34. Relation entre les concentrations en phosphore entre 2012 et 2018, avec les concentrations en fines et en COT des sédiments



Selon Cato (1990), une relation quasi proportionnelle existante entre un métal et le carbone organique permet de déterminer l'évolution de la contamination d'un site selon la « méthode du gradient ».

La pente (ou coefficient directeur) de la courbe de régression linéaire entre les éléments est ainsi utilisée comme indice de contamination.

La figure précédente montre une pente de la courbe de régression de 2018 très similaire aux courbes de régression construite à partir des données de 2012 et 2014. Peu d'évolutions sont donc survenues au cours des 6 dernières années.

Les mesures mettent en évidence la présence de phosphore dans les sédiments à un niveau correspondant à un état de moyen à médiocre du milieu. Les concentrations sont globalement stables depuis 2010 à part cette année 2018 sur la station SB1 où il y a une forte concentration. Elles ont augmenté au droit du rejet entre 2016 et 2018.

3.3.2.6 Nitrate et Nitrite

La mesure des concentrations en nitrates et nitrites a été réalisée en 2018, 2016 et en 2012 sur le sédiment. En 2014, celle-ci a été réalisée sur les eaux interstitielles des sédiments prélevés.

Les concentrations mesurées en 2018 sont toutes inférieures aux limites de quantification (20 mg/kg de MS) sauf pour la station de la Lagune qui présente une concentration de 122 mg/kg de MS.

Les concentrations en nitrates et nitrites sont trop faibles pour avoir un effet sur le milieu marin en 2018.

3.3.2.7 Cyanures

3.3.2.7.1. Suivi 2018

La mesure des concentrations en cyanures a été réalisée en 2018, 2016 et en 2012 sur le sédiment. En 2014, celle-ci a été réalisée sur les eaux interstitielles des sédiments prélevés.

Comme en 2012 et 2016 seule la lagune dispose d'une concentration supérieure au seuil de détection : **2,8 mg/kg de MS**. Les mesures effectuées sur les stations de la darse sont toutes inférieures au seuil de détection (0,5 mg/kg de MS).

Les concentrations en cyanures sont trop faibles pour avoir un effet sur le milieu marin en 2018.

3.3.2.8 Synthèse sur la concentration en composés organiques et nutritifs des sédiments

3.3.2.8.1. Indice de contamination organique

La pollution organique est évaluée selon trois paramètres : l'azote total, le phosphore total et le carbone organique total. Ils permettent le calcul d'un indice de contamination permettant de hiérarchiser la qualité du sédiment.

La lagune était la station qui présentait la contamination la plus importante jusqu'en 2014. En revanche, selon l'indice de contamination organique, sa contamination en 2016 en composés organiques et nutritifs était au même niveau que plusieurs stations de la Darse 1.

En 2018, les valeurs sont assez proches de celle de 2016 sur l'ensemble de la Darse 1 bien qu'une augmentation sur les stations SB 1 et SB2 est notable. La station de la Lagune montre quant à elle une grosse augmentation (contamination « forte »).

Sur l'ensemble des stations, la contamination est dans l'ensemble d'un niveau « moyen » selon l'échelle de valeurs de l'indice.

La station SB Ref Sud était suffisamment pauvre en composés organiques depuis 2010 pour que l'indice qui lui était attribué soit nul. En 2018 sa contamination à un peu augmenter (indice « faible »).

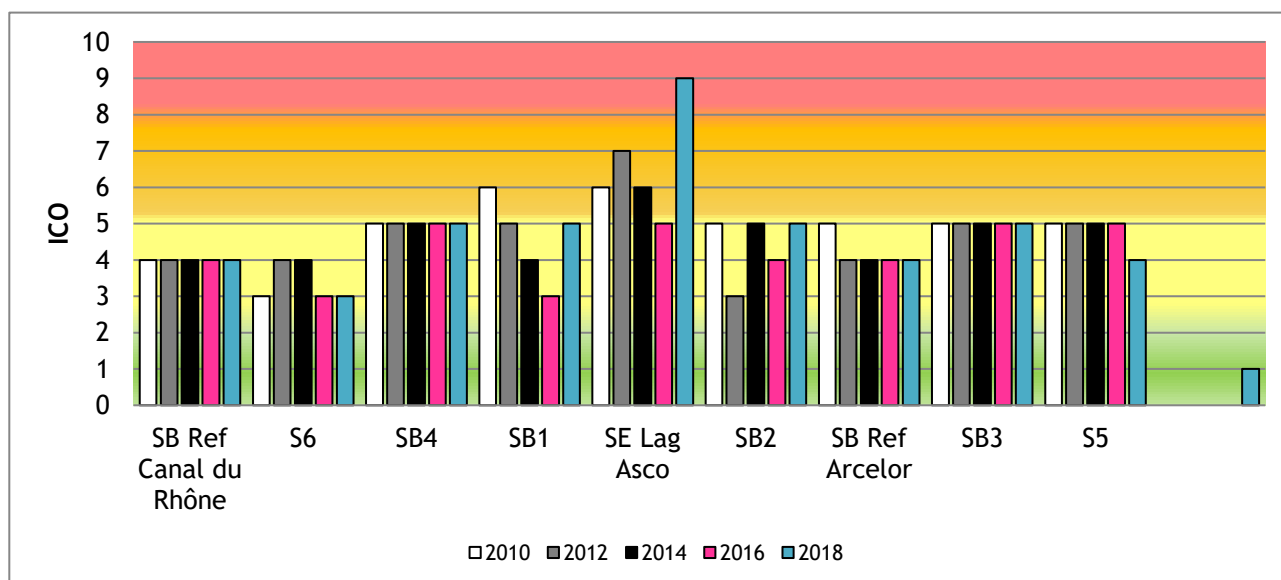


Figure 35. Indice de Contamination Organique de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

La contamination organique dans la darse est relativement stable depuis 2010. Elle est plus importante au niveau des stations de mesure SB1, SB2, SB3 et SB4 situées en face et autour du rejet et au sud de celui-ci. Une forte augmentation est visible sur la station de la lagune ASCO INDUSTRIES.



La contamination générale de la darse en 2014 rendait difficile la discrimination des effets du rejet sur la concentration des composés organiques des sédiments prélevés au cours du suivi. L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la contamination des sédiments situés à sa proximité immédiate (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet de l'usine ASCO INDUSTRIES.

3.3.2.8.2. Tableau de synthèse

Les mesures des composés organiques et nutritifs sont synthétisées dans le tableau suivant.

Paramètres	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	Référentiel
Matière sèche (%)	57,8	58,8	48	52,9	8,72	53,6	48,9	46	45,9	72,4	-
Matières volatiles (%)	7,8	4,4	10,2	6,6	17,2	9,3	8,6	10,4	9,3	2,1	-
Matière organique (% de MS)	7,8	4,4	10,2	6,6	17,2	9,3	8,6	10,4	9,3	2,1	RSL (Ifremer, 2008)
COT (% de MS)	1,73	1,22	2,54	2,33	3,82	2,32	2,14	2,7	2,24	0,252	Licari, 1998
Azote de Kjeldahl (mg/kg MS)	1600	900	1800	1500	5100	1600	1600	1700	1800	0	RSL (Ifremer, 2008)
Azote ammoniacal (mg N/l)	203	38,2	<20.0	26,5	164	22	34,7	<20.0	<20.0	<20.0	-
Phosphore (mg/kg MS)	533	547	592	896	4520	572	555	660	557	305	RSL (Ifremer, 2008)
Cyanures totaux (µg/l)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<2.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-
Nitrates (mg/l)	<20.0	<20.0	<20.5	<20.0	<122	<20.0	<20.1	<22.4	<22.0	<20.0	-
Nitrites (mg/l)	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	-
Fluorures (mg/kg MS)	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	35,8	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	-
ICO	4	3	5	5	9	5	4	5	4	1	Alzieu, 2003

Tableau 15. Synthèse des composés organiques et nutritifs des sédiments prélevés en septembre 2018

3.3.3 METAUX TRACES

3.3.3.1 Valeurs de référence

Afin d'appliquer une démarche commune à d'autres sites (mais sans souci de comparaison), il est possible de se référer aux recommandations du guide méthodologique du RLM pour l'évaluation de la contamination



chimique et radiologique du sédiment (IFREMER, 2002). Des seuils sont définis par ce guide et sont utilisés ici. Ils n'ont cependant pas été validés officiellement par les services de l'état.

" En l'absence d'une méthode de référence pour les milieux naturels, les travaux menés dans le cadre du RLM ont permis de définir trois états descriptifs de la qualité chimique des sédiments :

- État 1 : il caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de la contamination chimique établi pour chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française. Le bruit de fond correspond à la valeur limite au-dessus de laquelle une contamination peut être suspectée dans un sédiment fin. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM ne recommande aucune mesure particulière autre que la surveillance régulière du site.

- État 2 : il caractérise des niveaux correspondant à des valeurs supérieures au bruit de fond de la contamination chimique et inférieures ou égales au seuil de contamination avérée. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM recommande une expertise complémentaire, pouvant aller jusqu'à une analyse des risques environnementaux.

- État 3 : il caractérise les niveaux supérieurs au seuil d'une contamination avérée pour lesquelles le RLM recommande de mettre en œuvre (> à l'état 2):

- une analyse approfondie des risques environnementaux, y compris une identification et une quantification des apports,
- la définition de mesures propres à remédier à l'état de pollution.

	Niveau de contamination en mg/kg de matière sèche		
Métaux traces	État 1	État 2	État 3
Cadmium (Cd)	<0,15	0,15 - 0,6	>0,6
Cuivre (Cu)	<15	15 - 60	>60
Mercure (Hg)	<0,05	0,05 - 0,4	>0,4
Plomb (Pb)	<25	25 - 50	>50
Zinc (Zn)	<90	90 - 200	>200

Tableau 16. États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)

3.3.3.2 Cadmium

Le cadmium n'existe pas à l'état natif. Son minéral, très rare, est un sulfure, la greenockite, mais on le rencontre dans presque tous les minerais de zinc et il est exploité industriellement comme un sous-produit de la métallurgie du zinc. Il est principalement utilisé pour la fabrication de batteries, le traitement de surface (cadmiage) des aciers (revêtement anticorrosion), les industries électriques et électroniques, et la production de pigments colorés destinés principalement aux matières plastiques. Dans l'environnement, les autres sources de cadmium sont la combustion du pétrole ainsi que l'utilisation de certains engrais chimiques où il est présent à l'état d'impureté.

3.3.3.2.1. Résultats 2018

L'abaissement des limites de quantification par le laboratoire d'analyse en 2014 a permis de mettre en évidence différentes concentrations en cadmium au niveau des stations de mesures de la darse 1. Cette

évaluation n'avait pas été possible en 2012. En 2010, une concentration de 0,5 avait été mesurée au niveau de la station SB1 et la lagune présentait un taux extrême de cadmium.

Cadmium (mg/kg MS)					
Stations	2010	2012	2014	2016	2018
SB Ref Canal du Rhône	< 0,40	< 0,40	0,14	0,14	0,16
S6	< 0,40	< 0,40	0,14	0,12	0,13
SB4	< 0,40	< 0,40	0,19	0,15	0,15
SB1	0,5	< 0,40	0,24	0,28	0,28
SE Lag Asco	44,4	< 0,40	1,18	0,98	0,93
SB2	< 0,40	< 0,40	0,15	0,14	0,14
SB Ref Arcelor	< 0,40	< 0,40	0,14	0,16	0,13
SB3	< 0,40	< 0,40	0,15	0,17	0,14
S5	< 0,40	< 0,40	0,16	0,14	0,13
SB Ref Sud	< 0,40	< 0,40	< 0,10	< 0,10	<0.10

Tableau 17. Concentration en cadmium dans les sédiments de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

L'analyse 2018 montre un taux élevé de cadmium dans les sédiments de la lagune, mais légèrement inférieur à celui de 2016.

L'ensemble des concentrations sur les autres stations sont très proches en s'étendant de 0,13 mg/kg à 0,28 mg/kg. Ces valeurs sont très proches de celles mesurées en 2016.

La valeur la plus forte relevée dans la darse est mesurée au niveau de la station SB1 située en sortie de rejet, comme en 2016. Cela permet d'émettre l'hypothèse d'une potentielle influence du rejet sur la concentration en cadmium des sédiments dans un périmètre proche de l'exutoire.

Concernant le cadmium, la valeur la plus élevée est mesurée en 2018 comme en 2016 au droit du rejet. Cela peut permettre d'établir une relation entre la contamination de la lagune et les concentrations mesurées en 2014, 2016 et 2018 en SB1, à la sortie de l'exutoire.

3.3.3.3 Chrome

Le chrome est un des métaux les plus utilisés dans le monde (industrie chimique, métallurgie, technologie des réfractaires) et peut donc être rejeté en quantités significatives dans l'atmosphère et les milieux aquatiques. La majeure partie de chrome parvenant à la mer depuis le continent provient des fleuves, l'atmosphère constituant une source beaucoup moins importante. Sa toxicité dépend de sa forme chimique. Sa forme réduite (chrome III) fait partie des éléments essentiels dans la vie animale. Sa forme oxydée (chrome VI) est toxique, cancérigène à forte dose pour l'Homme, et elle provoque des anomalies dans le développement larvaire des bivalves.



3.3.3.3.1. Résultats 2018

Les concentrations en chrome mesurées dans la darse en 2018 sont très proches des valeurs de 2016 sur l'ensemble des stations excepté pour les stations SB1 et Lag Asco.

Comme pour les suivis précédents, la valeur la plus forte est mesurée en SB1 au droit du rejet. Une tendance décroissante était observée au niveau de ce point depuis 2010 mais la valeur de 2018 est la plus forte mesurée sur l'ensemble des suivis (179 mg/kg de MS).

La concentration mesurée en 2018 au niveau de la station SB Ref Sud est bien inférieure à la valeur de 2016.

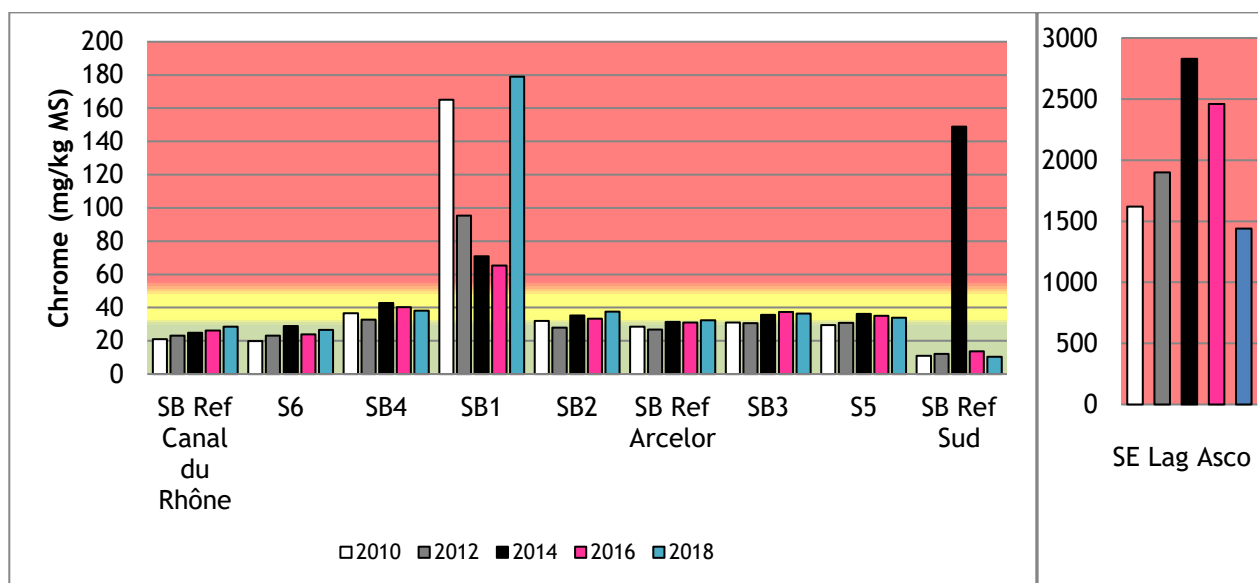


Figure 36. Concentration en chrome de 2010 à 2018- Données brutes (Safege, In Vivo)

La concentration en chrome des sédiments de la lagune qui était en augmentation depuis 2010 montre une nette diminution en 2018. Son niveau de contamination reste cependant très élevé.

3.3.3.3.2. Comparaison 2010 – 2018

Les données normalisées par la proportion de particules fines montrent une tendance similaire sur la plupart des stations.

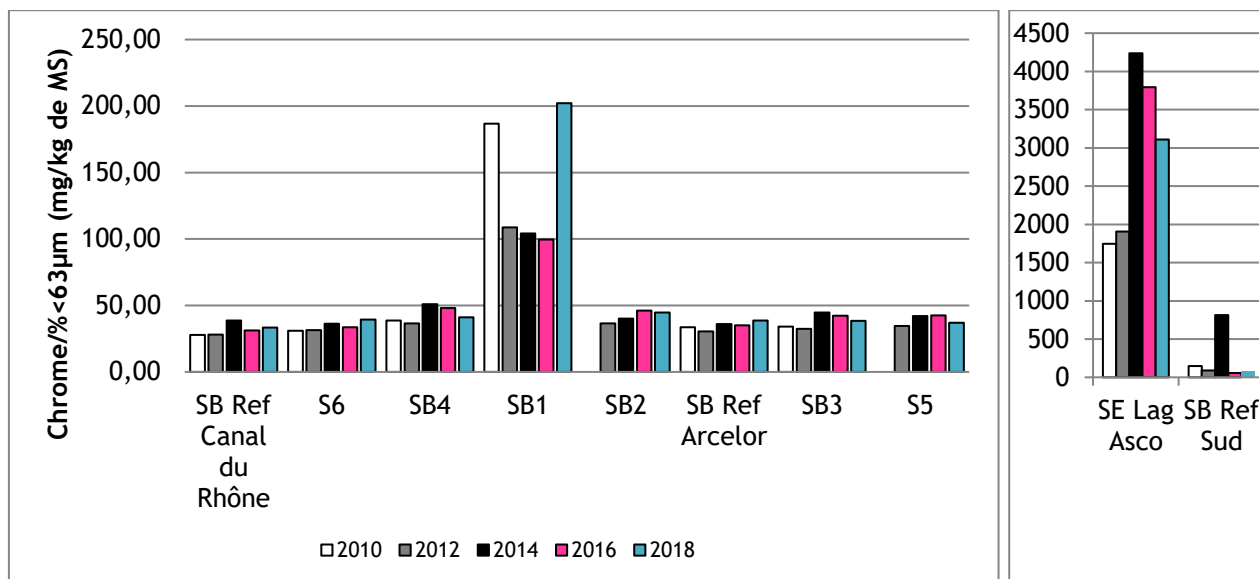


Figure 37. Concentration en chrome entre 2010 à 2018 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

La contamination en chrome des sédiments de la darse est sensiblement équivalente entre 2016 et 2018. Elle tendait à diminuer au droit du rejet depuis 2010 mais en 2018 la station directement au droit du rejet présente une forte concentration en chrome.

Les résultats montrent un impact significatif du rejet sur la contamination en Chrome limité à la station SB1, soit au droit du rejet.

La concentration relevée en 2018 correspond aux valeurs mesurées lors des années précédentes à part sur la station SB1 mentionnée ci-dessus. L'augmentation de la concentration en chrome au point de référence du sud de la darse à un niveau très élevé en 2014 provient probablement d'un effet « pépité » très localisé.



3.3.3.4 Cuivre

L'emploi du cuivre est extrêmement diversifié, sa toxicité étant mise à profit dans les algicides et les peintures antisalissures des navires (surtout depuis le bannissement du tributylétain - TBT), dans le traitement des bois et dans les produits phytosanitaires. Le cuivre est le matériau de base de l'industrie électrique et de la construction et ses qualités mécaniques rendent possibles de nombreux procédés d'usinage. Par contre, il entre dans le métabolisme de nombreux mollusques, dont les moules. De fait, ces bivalves sont de très mauvais indicateurs pour le cuivre.

3.3.3.4.1. Résultats 2018

La concentration en cuivre est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **1140 mg/kg de MS**. Cette valeur est bien supérieure à celle mesurée en 2014 (613 mg/kg de MS) mais légèrement plus faible que celle mesurée en 2016 (1550 mg/kg de MS). Elle est également inférieure à celle mesurée en 2010 (1750 mg/kg de MS).

Au niveau de la Darse 1, les concentrations sont toutes d'un niveau moyen selon les seuils fixés par le RLM (IFREMER, 2002). Comme lors des suivis précédents, la valeur maximale est atteinte au droit du rejet au niveau de la station SB1 avec **58,7 mg/kg de MS**. Cette contamination diminuait depuis 2010 mais se trouve être en 2018 bien supérieure.

La concentration en cuivre est inférieure au seuil de détection (<5 mg/kg de MS) au niveau de la station de référence SB Ref Sud.

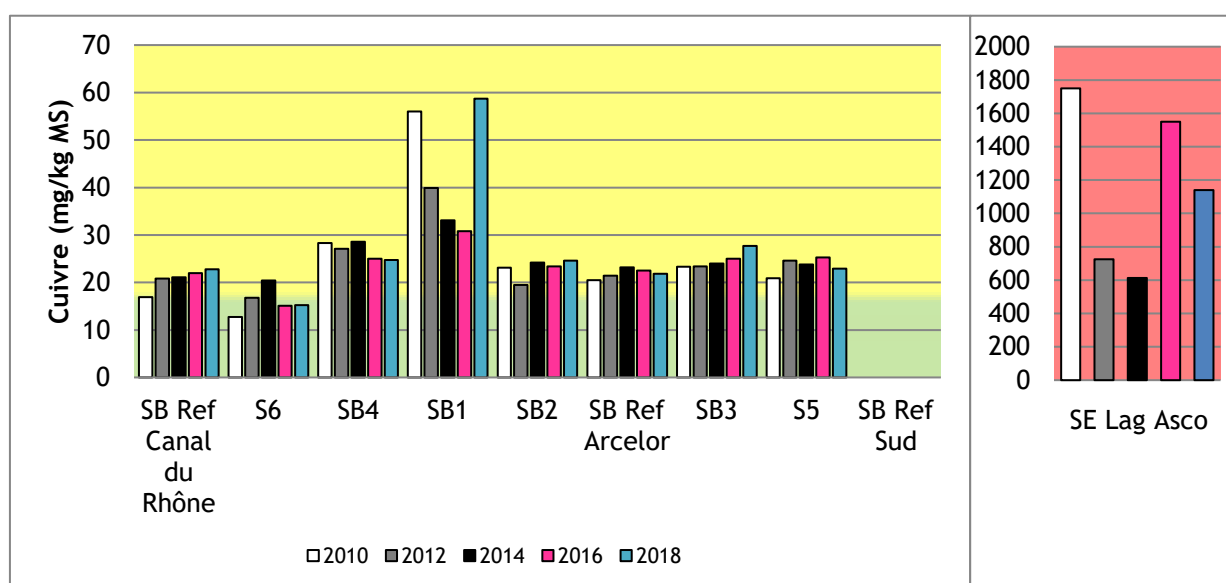


Figure 38. Concentration en cuivre de 2010 à 2018 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)

Les données normalisées par la fraction de particules fines montrent quasiment les mêmes effets que les résultats bruts. La contamination des particules fines par le cuivre est très haute en station SB1 au droit du rejet et sur la station SE Lag Asco.

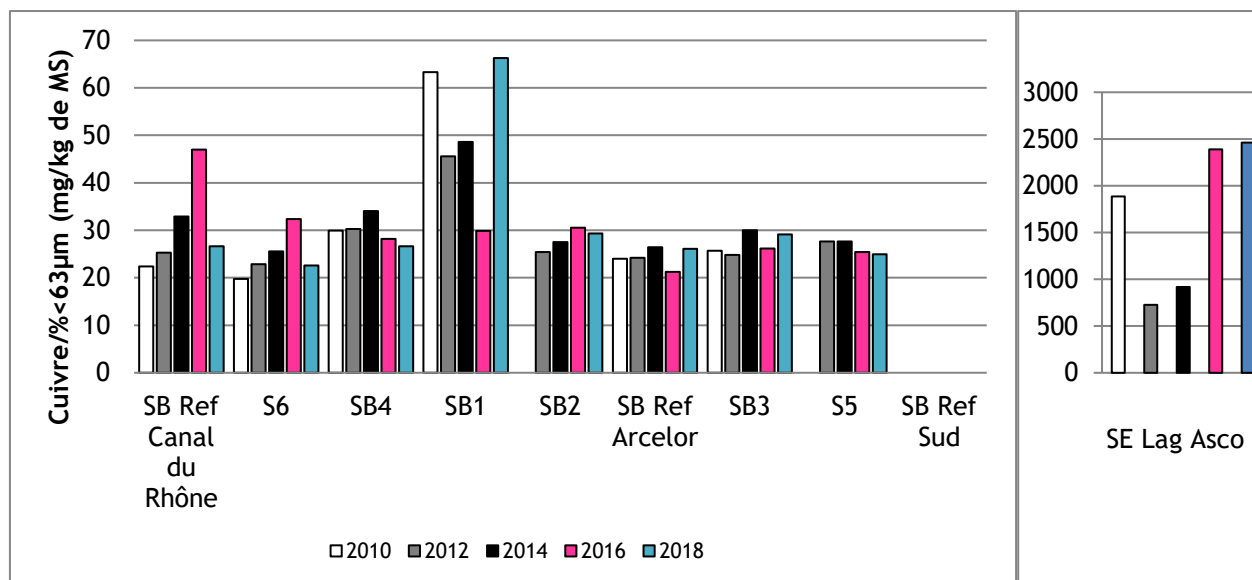


Figure 39. Concentration en cuivre de 2010 à 2018 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

L'influence du rejet qui était marquée entre 2010 et 2014 est de nouveau bien visible en 2018. L'influence du canal du Rhône sur la contamination en cuivre des sédiments de la Darse semble au contraire moins marquée en 2018 qu'en 2016.

La concentration en cuivre des sédiments est très importante au droit du rejet (station SB1). Cependant, cette forte concentration semble provenir en partie seulement, de la part plus importante de fines contenue dans les sédiments au niveau de cette station en 2018.

Bien que le rejet contribue à la contamination de la zone proche de l'exutoire, les données indiquent une possible existence d'une source de contamination en cuivre au nord de la zone d'étude.

3.3.3.5 Plomb

Le plomb est rarement disponible à l'état natif. Il est présent dans de nombreux minerais, notamment le galène. Depuis l'abandon de l'usage du plomb-tétraéthyle comme antidétonant dans les essences, les usages principaux de ce métal restent la fabrication d'accumulateur et l'industrie chimique. Son cycle atmosphérique est très important et constitue une source majeure d'apport à l'environnement.

3.3.3.5.1. Résultats 2018

La concentration en plomb est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **1610 mg/kg de MS**. Cette valeur est légèrement inférieure à celle relevée en 2016 (**2320 mg/kg de MS**) mais bien supérieure à celle de 2014 (**454 mg/kg de MS**).



Au niveau de la Darse 1, la valeur maximale est atteinte au droit du rejet au niveau de la station SB1 avec **72,5 mg/kg de MS**. Cette contamination qui était en baisse en 2016 par rapport à 2014, est en très haute augmentation en 2018. La concentration du plomb au niveau de ce point était alors de **48,8 mg/kg de MS** en 2016.

Les concentrations sur les autres stations de la darse sont d'un niveau moyen selon les seuils fixés par le RLM (IFREMER, 2002). Les concentrations en plomb des sédiments prélevés sur la plupart des stations sont dans le même ordre de grandeur des valeurs mesurées en 2016.

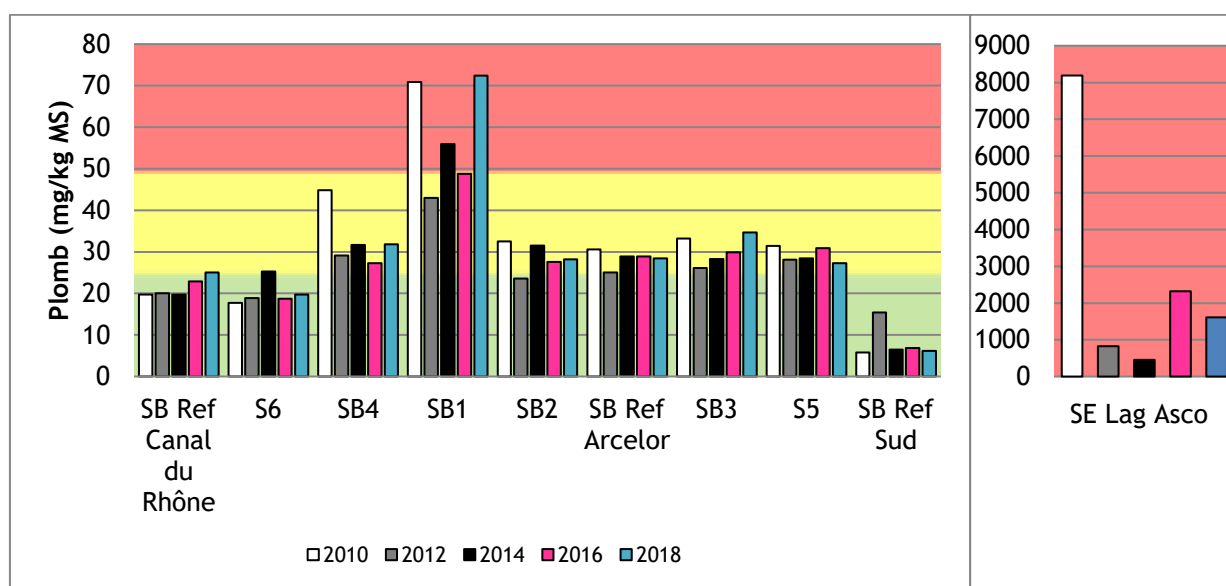


Figure 40. Concentration en plomb entre 2010 et 2018 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)

La concentration très élevée en plomb des sédiments de la lagune semble se répercuter sur le milieu marin au droit du rejet (station SB1). Cette contamination est en très forte augmentation par rapport à son niveau de 2016. La contamination en plomb est globalement équivalente sur l'ensemble des stations de la darse exception faite de la station SB Ref Sud dont la part de fines est moins importante. La contamination correspond à l'état 2 ou à l'état 1 du RLM pour la plupart des stations de la darse. Les stations Sb1 et SE Lag Asco sont quant à elle, à un état 3 de niveau de contamination.

La figure suivante présente les teneurs en plomb des sédiments normalisées par leur proportion de particules fines. Ces valeurs permettent d'évaluer les variations pouvant exister d'un suivi à l'autre.

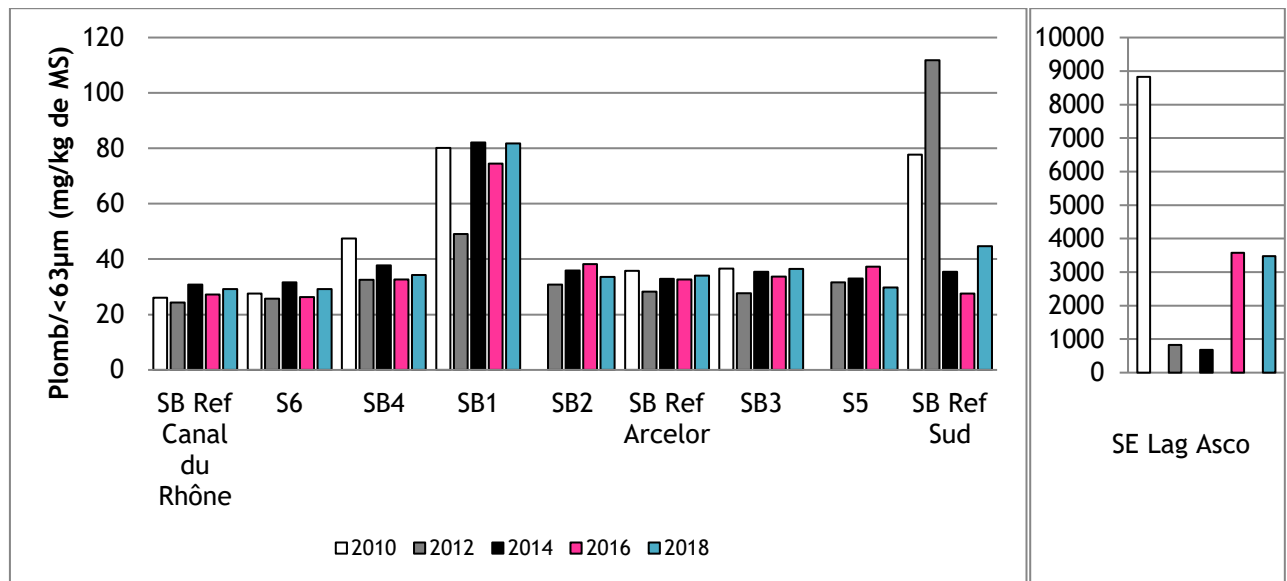


Figure 41. Concentration en plomb de 2010 à 2018 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

La concentration en plomb normalisée par la proportion de fines des échantillons montre une diminution de la teneur en plomb des sédiments prélevés au niveau de la station de référence SB1 entre 2014 et 2018.

La contamination des particules fines par le plomb est stable sur la plupart des stations de la darse par rapport 2016. La station SB Ref Sud a vu quant à elle sa contamination augmenter en 2018 par rapport aux valeurs de 2016 mais est loin des résultats obtenus en 2010 et 2012.

La contamination de la lagune en plomb avait augmenté en 2016, les données de 2018 sont quasiment équivalentes.

L'impact du rejet sur la contamination en plomb des sédiments est significatif au droit du rejet (station SB1). Cet impact a légèrement augmenté par rapport à 2016. La contamination en plomb mesurée au niveau des autres stations est stable et n'évolue que très légèrement entre les différents suivis.

3.3.3.6 Zinc

Le zinc est un métal, moyennement réactif, qui se combine avec l'oxygène et d'autres non-métaux, et qui réagit avec des acides dilués en dégageant de l'hydrogène. Exposé à l'air, il forme une mince couche d'oxyde imperméable, parfois appelée rouille blanche. La production de zinc à partir de minerai (blende) est effectuée dans deux filières technologiques distinctes, la pyrométallurgie et l'hydrométallurgie suivie d'une électrolyse. La principale utilisation du zinc est la galvanisation des aciers. Il est aussi utilisé en agriculture, comme apport d'oligo-élément, essentiellement en zone de sols fortement calcaires. Le zinc a également des usages voisins de ceux du cadmium auxquels s'ajoutent les peintures antirouille et l'industrie pharmaceutique. Il est peu toxique pour l'Homme, mais peut perturber la croissance des larves d'huîtres. Les sources de zinc dans les milieux aquatiques



peuvent être industrielles et domestiques, mais également agricoles (présence significative dans certains engrais phosphatés).

3.3.3.6.1. Résultats 2018

La concentration en zinc est très élevée au niveau de la lagune où elle atteint **9120 mg/kg de MS**. Cette valeur avait fortement augmenté depuis 2014 mais a baissé depuis 2016 (14200 mg/kg de MS).

Comme depuis 2010, la valeur maximale est atteinte dans la darse au droit du rejet au niveau de la station SB1. La concentration en zinc atteint au niveau de ce point **497 mg/kg de MS**. Elle était de 192 mg/kg de MS en 2016. Elle a donc presque triplé depuis le dernier suivi. Selon les seuils établis par le RLM (IFREMER), le niveau de contamination de cette station est au niveau le plus haut de contamination pour le zinc (état 3).

Les concentrations mesurées en 2018 dans les autres stations de la darse sont du même ordre de grandeur qu'en 2014 et 2016.

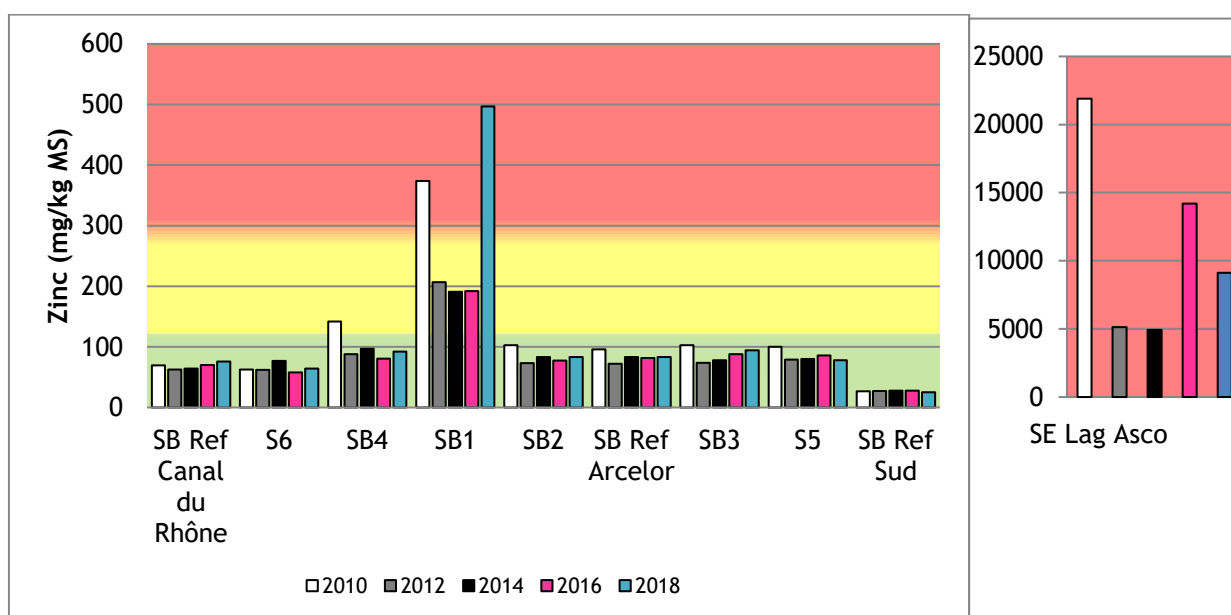


Figure 42. Concentration en zinc de 2010 à 2018 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)

Comme lors des précédents suivis, la contamination en zinc dans la zone d'étude est localisée au niveau de la station SB1 située au droit du rejet. La contamination de la darse en zinc est stable depuis 2010, mais est encore visible dans les sédiments en 2018.

Les données normalisées des concentrations en zinc sont illustrées ci-après et permettent de faire abstraction de l'effet de dilution des sables sur la contamination des échantillons.

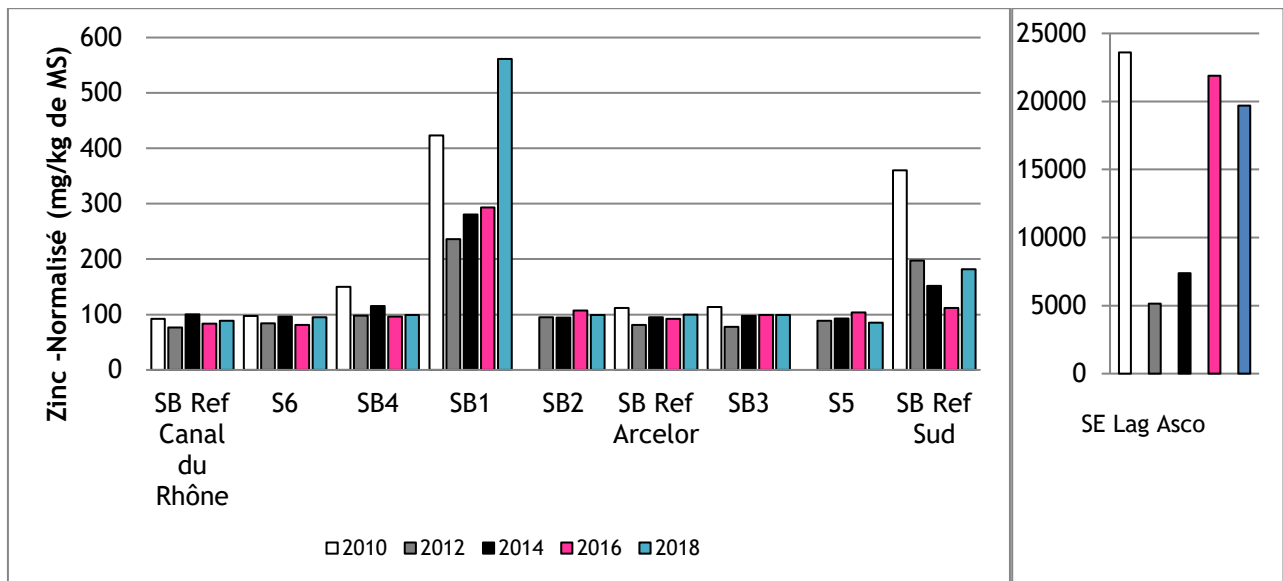


Figure 43. Concentration en zinc entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en zinc normalisée par la proportion de fines des échantillons montre une contamination équivalente sur l'ensemble des stations de la darse, exception faite de la station SB1 située à la sortie du rejet. Une très grande augmentation y est mesurée depuis le précédent suivi (2016).

La concentration en zinc diminuait au niveau de la station SB Ref Sud depuis 2010, mais une augmentation est visible 2018. Une légère diminution est au contraire mesurée dans la lagune.

L'impact du rejet sur la contamination en zinc des sédiments est significatif au droit du rejet (station SB1). Cet impact augmentait régulièrement depuis 2012, mais présente un très gros pic en 2018.

3.3.3.7 Nickel

Le nickel entre dans la fabrication d'acier inoxydable, comme catalyseur dans l'industrie chimique et dans certains pigments. Cependant, l'introduction du nickel d'origine anthropique dans les milieux aquatiques provient principalement des eaux usées domestiques et des boues de station d'épuration. L'utilisation des combustibles fossiles, la production de métaux non-ferreux, l'activité volcanique et l'érosion éolienne constituent l'essentiel des flux vers l'atmosphère.

3.3.3.7.1. Résultats 2018

La concentration en nickel est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **271 mg/kg de MS**. Cette valeur est cependant inférieure à celle relevée en 2016 (**271 mg/kg de MS**) et est plus faible que son niveau de 2010 (**258 mg/kg de MS**).



Au niveau de la Darse 1, les valeurs mesurées sont très proches les unes des autres sur l'ensemble des stations mis à part pour la station SB1 située au droit du rejet qui présente une forte concentration. Une augmentation des concentrations est visible sur presque toutes les stations entre 2016 et 2018.

L'impact du rejet sur la contamination en nickel des sédiments semble être significatif en 2018 au regard des analyses effectuées sur les sédiments.

Comme lors des suivis précédents, la station de référence SB Ref Sud est la station pour laquelle les sédiments disposent de la plus faible concentration en nickel.

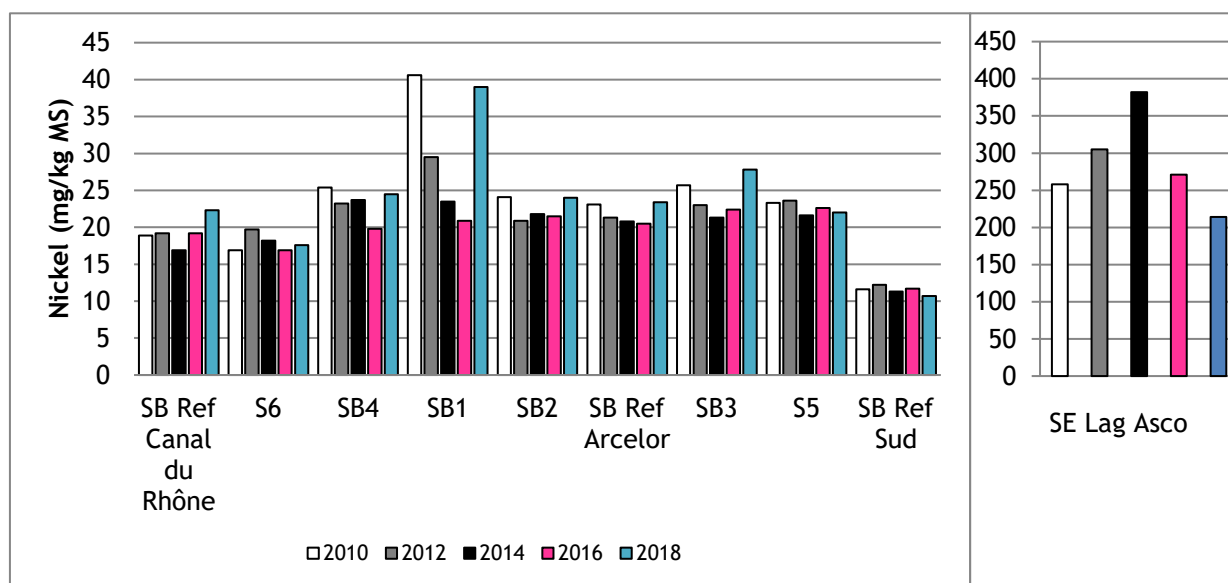


Figure 44. Concentration en nickel de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes

Les données normalisées des concentrations en nickel sont illustrées ci-après et permettent de faire abstraction de l'effet de dilution des sables sur la contamination des échantillons.

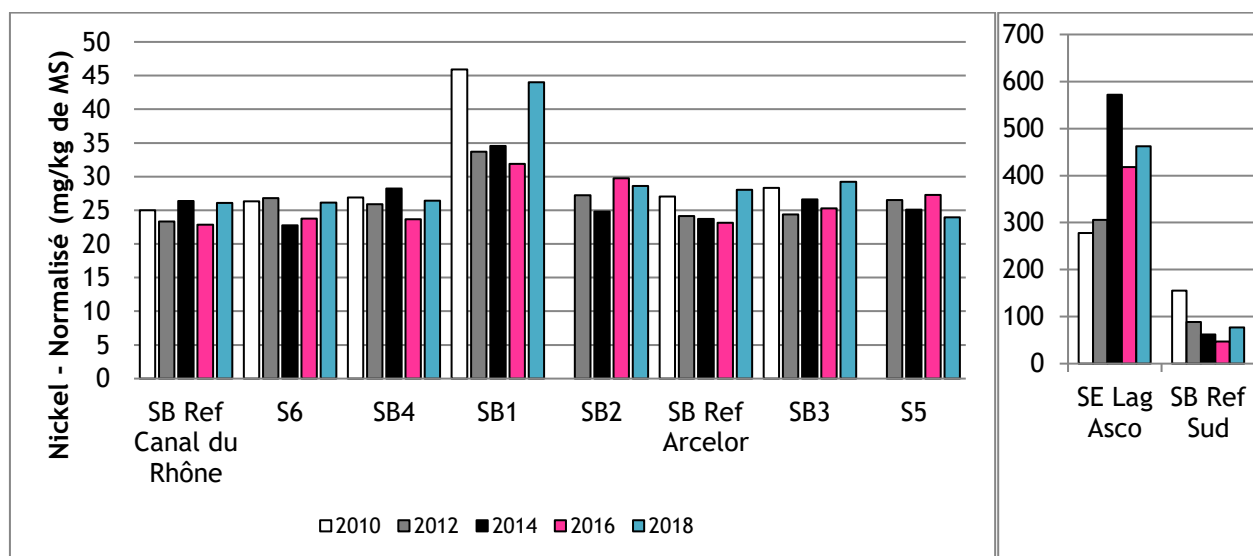


Figure 45. Concentration en nickel entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en nickel normalisée par la proportion de particules fines montre que la contamination des sédiments prélevés au niveau des stations de la darse n'a pas significativement évolué entre 2016 et 2018 excepté sur les stations SB1 et SB3.

La contamination de la lagune en nickel a légèrement augmenté entre 2016 et 2018.

L'impact du rejet sur la contamination en nickel des sédiments est plus important au droit du rejet (station SB1). Cet impact est sensiblement équivalent à 2010.

3.3.3.8 Mercure

Seul métal volatil, le mercure, naturel ou anthropique, peut être transporté en grandes quantités par l'atmosphère. Les sources naturelles en sont le dégazage de l'écorce terrestre, les feux de forêt, le volcanisme et le lessivage des sols. Sa très forte toxicité fait qu'il est soumis à de nombreuses réglementations d'utilisation et de rejet. Il est le plus toxique des métaux traces, et plus particulièrement ses formes organiques. Les sources anthropiques sont constituées par les processus de combustion (charbon, pétrole, ordures ménagères, etc.), de la fabrication de la soude et du chlore ainsi que l'orpaillage. Le mercure est également employé en agriculture (fongicide), pour le traitement du bois, en tant qu'explosif d'amorçage, dans les peintures, piles ou batteries, plastiques et caoutchoucs. La méthylation du mercure est effective dans les sédiments sous l'action des microorganismes et, dans la colonne d'eau, en présence de phytoplancton.

3.3.3.8.1. Résultats 2018

En 2016, et pour la première fois depuis 2010, plusieurs stations présentaient des concentrations en mercure supérieures aux limites de quantification (0,10 mg/kg de MS). Cette limite est située au niveau du seuil de contamination « moyenne » selon les RLM (IFREMER). En 2018, des stations présentent de nouveau des résultats au-dessus de ce seuil.

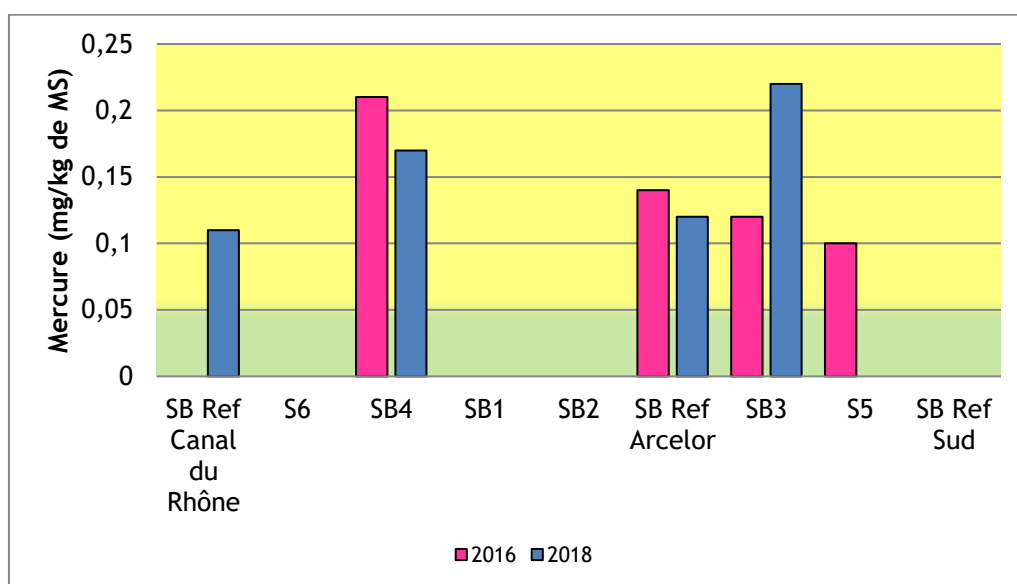


Figure 46. Concentration en mercure en 2018 - données brutes

La valeur la plus élevée est mesurée au niveau de la station SB3, au sud du rejet, avec **0,22 mg/kg de MS**. Les autres stations pour lesquelles des concentrations ont été mesurées sont SB Ref Arcelor, SB4 et SB Ref Canal du Nord qui ont des concentrations entre 0,11 et 0,17 mg/kg de MS. En revanche, les stations SB1, SB2, S6 et Ref sud ne présentent pas de contamination en mercure, ou cette contamination est inférieure à 0,1 mg/kg de MS.

Les mesures effectuées en 2012 étaient également inférieures à la limite de quantification à l'exception des prélèvements effectués au niveau de la lagune ASCO INDUSTRIE. La concentration en mercure de la lagune a augmenté entre 2016 et 2018. Elle était en dessous de la limite de quantification en 2016 et est de 0,61 mg/kg de MS en 2018 (elle était de 0,26 mg/kg de MS en 2012).

Bien que des concentrations en mercure aient été mesurées en 2018, l'impact du rejet sur la contamination des sédiments de la darse est difficilement discriminable à travers les résultats des analyses. Les données montrent des niveaux de contamination pour des stations éloignées du rejet mais également pour la station située dans la lagune.

3.3.3.9 Aluminium

L'aluminium est un élément abondant dans la croûte terrestre, mais il se trouve rarement sous sa forme pure. Il est principalement extrait d'un minerai appelé bauxite où il est présent sous forme d'oxyde hydraté dont on extrait l'alumine (Al_2O_3). L'aluminium est employé dans beaucoup d'industrie pour faire de nombreux produits différents. Les composants structuraux faits à partir d'aluminium sont essentiels à l'industrie aéronautique et sont très importants dans d'autres secteurs du transport et de la construction notamment maritime.

3.3.3.9.1. Résultats 2018

La comparaison entre les valeurs peut être réalisée directement à partir des données brutes. En 2018, les concentrations en aluminium des sédiments de la Darse 1 sont assez hétérogènes, mais globalement supérieures aux valeurs mesurées en 2016. Cette augmentation est bien visible au droit du rejet (SB1, SB2), au sud du rejet (station SB3) et au niveau des stations de références situées dans le canal du Rhône.

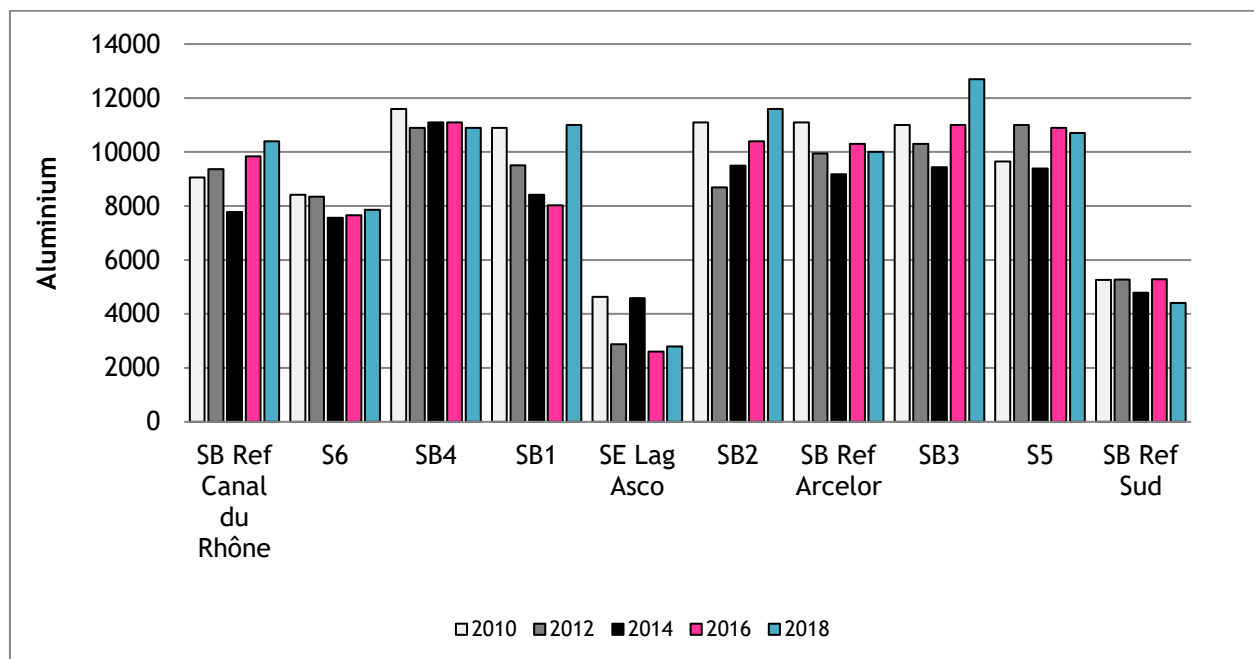


Figure 47. Concentration en aluminium entre 2010 et 2018 - Données brutes

Les niveaux de concentration en aluminium sont bien corrélés à la proportion de fine en milieu marin.

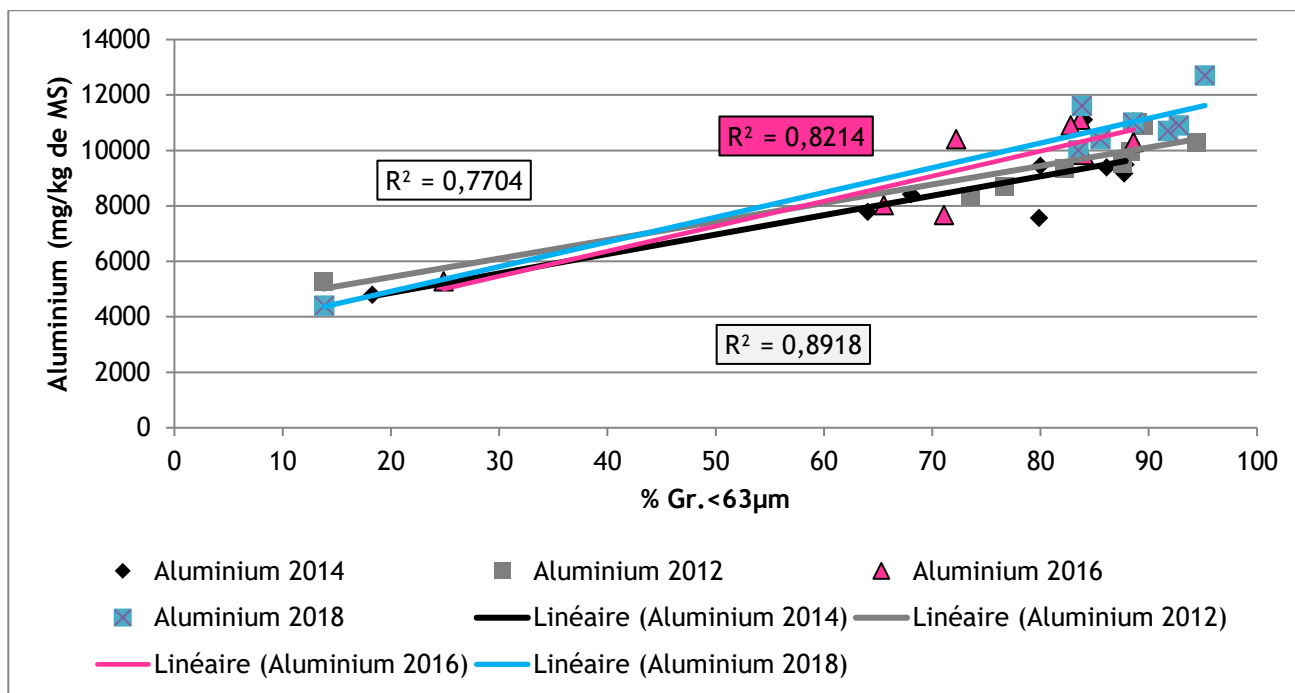


Figure 48. Relation entre les concentrations en aluminium avec les concentrations en fines des stations de mesure de la darse 1 de 2012 à 2018

Ces données montrent une contamination généralement en hausse dans la darse. En 2018, les valeurs des concentrations en aluminium sont en hausse sur la station SB1 et sont comparables aux valeurs de 2010. Il y a sûrement un impact au droit du rejet.

L'impact sur la concentration en aluminium à la sortie du rejet (SB1) diminuait depuis 2010, mais est en forte hausse entre 2016 et 2018. Les niveaux de contamination sont à la hausse sur presque toutes les stations de la darse. Ces niveaux de concentration indiquent l'influence d'autres sources d'apports en aluminium. Le rejet a un impact sur la contamination en aluminium au droit du rejet en 2018.

3.3.3.10 Étain

D'abondance moyenne dans la croûte terrestre, l'étain et ses composés organiques ne sont considérés comme un polluant du milieu marin que depuis le début des années 80, en raison de l'utilisation du TBT comme matière active dans certaines peintures antisalissure.

3.3.3.10.1. Résultats 2018

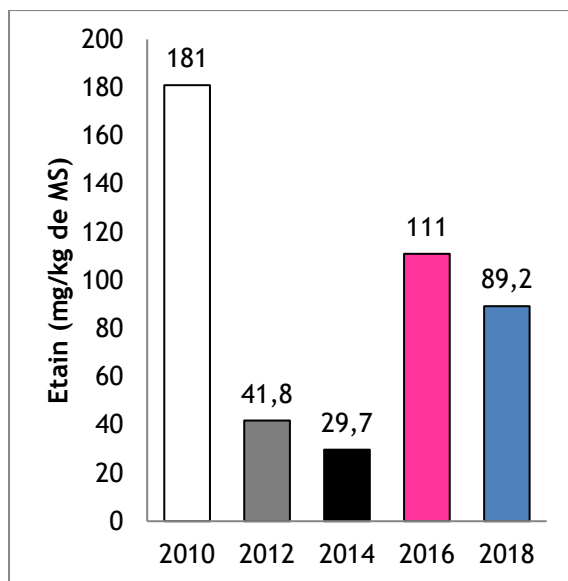


Figure 49. Évolution de la concentration en étain des sédiments de la lagune entre 2010 et 2018 (Safege, In Vivo, setec)

En 2016 comme lors des suivis précédents, la concentration en étain des sédiments de la darse 1 n'a pas atteint la limite de quantification de 5 mg/kg de MS.

La concentration en étain des sédiments de la lagune qui était en nette diminution depuis 2010 avait augmenté fortement en 2016 pour atteindre 111 mg/kg de MS. En 2018 la concentration est de 89 mg/kg de MS.

La concentration en étain au niveau de la lagune avait fortement augmenté entre 2014 et 2016 alors qu'elle diminuait depuis 2010. La valeur en 2018 est encore élevée. Depuis 2010, la concentration en étain des sédiments de la darse n'a pas dépassé 5 mg/kg. L'analyse COFRAC ne permet pas de fournir des résultats inférieurs à cette valeur.



3.3.3.11 Fer

Le fer est largement utilisé sous forme d'acier dans la construction métallique.

3.3.3.11.1. Résultats 2018

La concentration en fer des sédiments de la lagune est très élevée et atteint **196 000 mg/kg de MS**. Elle a beaucoup diminué depuis le suivi de 2014 pour revenir à un niveau en dessous à celui de 2010 (216 000 mg/kg de MS).

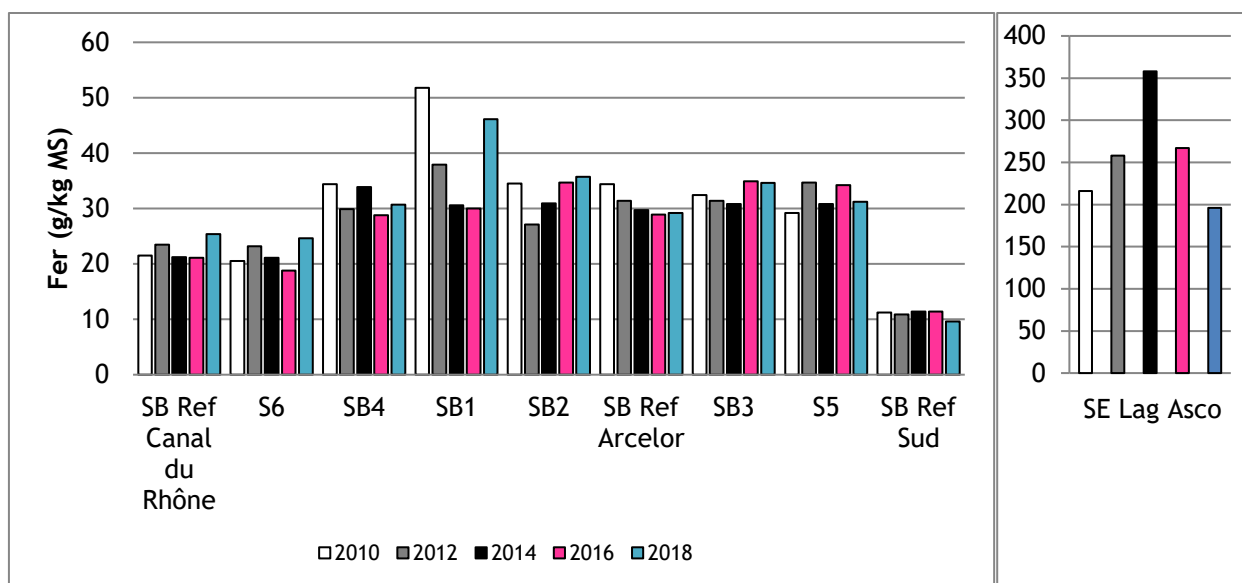


Figure 50. Concentration en fer de 2010 à 2018 (Safège, In Vivo, setec) - Données brutes

La station SB Ref Sud présente la concentration en fer la plus basse parmi les stations de la darse. Celle-ci n'a pas évolué depuis 2010.

Les valeurs mesurées sur les stations SB4 au nord du rejet et la station S5 au sud sont très proches les unes des autres. Elles sont d'un niveau relativement proche des mesures effectuées en 2016. Deux augmentations sont bien visibles entre 2016 et 2018 : la station SB1 présente un pic dans la concentration en fer (plus forte valeur des résultats de 2018 dans la darse) et sur la station du Canal du Rhône. Les stations situées le plus au nord de la zone d'étude (S6 et SB Ref Canal du Rhône) et SB Ref Sud, situées à l'extrême sud de celle-ci présentent toujours des niveaux de concentration en fer moins élevés.

La zone proche du rejet est donc plus fortement contaminée en fer que les zones éloignées de celui-ci, bien que les valeurs soient relativement proches.

La figure ci-dessous présente les données normalisées des concentrations en fer par leurs proportions de particules fines. Cette normalisation permet de s'affranchir des effets de dilution de la contamination dus à la granulométrie.

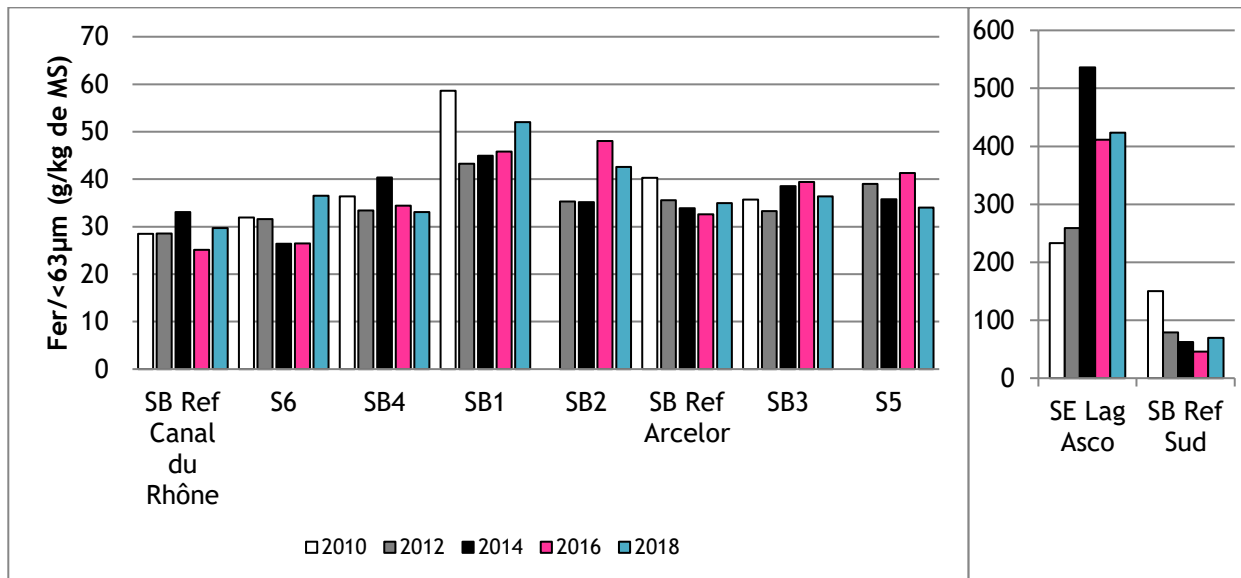


Figure 51. Concentration en fer en 2010 (Safege), 2012 à 2018 (In Vivo) - Données normalisées

La concentration en fer normalisée montre des évolutions assez différentes entre 2016 et 2018 selon les stations considérées. Elles sont globalement de faible amplitude et pour plusieurs stations, les niveaux de contamination n'ont pas sensiblement évolué. Cependant, une forte augmentation est observée au niveau de la station SB1 et S6. Cette augmentation signifie qu'indépendamment de la proportion de vase, les sédiments prélevés au niveau de cette station ont vu leur contamination considérablement augmentée entre 2016 et 2018.

La contamination de la lagune avait diminué depuis 2014, en 2018, la valeur est similaire à 2016 mais reste d'un niveau considérable.

La normalisation de la contamination met en évidence un maintien de la contamination en fer au droit du rejet (SB1, SB2) en 2018. La darse présente cependant un niveau de contamination important sur l'ensemble des stations.

L'impact du rejet sur la contamination en fer des sédiments est significatif au droit du rejet. La contamination a beaucoup augmenté entre 2016 et 2018 au droit du rejet (SB1) et plus légèrement sur plusieurs stations de prélèvement de la darse.



3.3.3.12 Manganèse

Le manganèse est un oligo-élément nécessaire à l'Homme, mais qui devient toxique en trop fortes quantités absorbées. Les sources anthropiques principales d'introduction du manganèse dans l'environnement sont issues de la préparation d'alliage comme l'acier, l'aluminium, le bronze, etc. Le manganèse et ses dérivés sont fortement retenus dans les sols.

3.3.3.12.1. Résultats 2018

En 2018, la concentration en manganèse des sédiments de la lagune a diminué (**7090 mg/kg de MS**) par rapport à la forte concentration trouvée en 2016 (**12700 mg/kg de MS**).

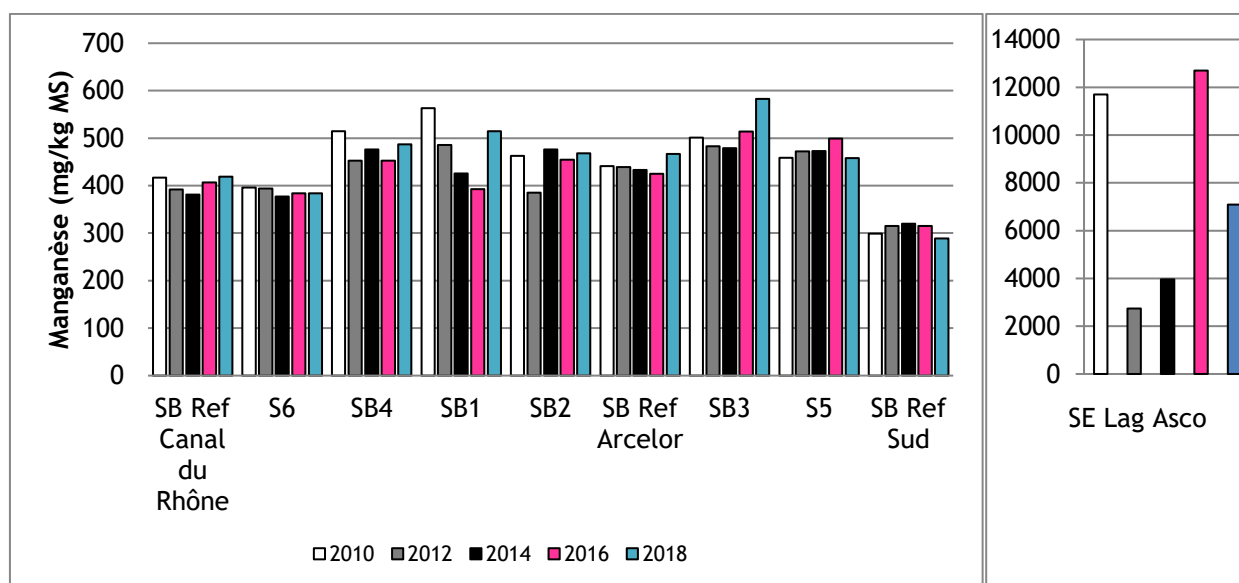


Figure 52. Concentration en manganèse de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes

Sur l'ensemble des stations de la darse, les valeurs de concentration ont relativement peu évolué entre 2016 et 2018, excepté sur les station SB1 et SB3 où les valeurs ont augmenté.

La station SB1, la plus proche de l'exutoire, affichait des concentrations en manganèse dans ses sédiments qui étaient en baisse depuis 2010. En 2018, la concentration est de **515 000 mg/kg de MS**.

La station SB3, la station plus au sud de l'exutoire, présente quant à elle la valeur la plus importante de la darse : **583 000 mg/kg de MS**, valeur la plus importante de tous les suivis depuis 2010.

La contamination en manganèse est relativement équivalente du nord au sud de la darse. La station SB Ref Sud demeure néanmoins la moins contaminée.

La figure suivante présente les valeurs de concentration en manganèse normalisées par le pourcentage de particules fines des échantillons. Les données normalisées peuvent être comparées d'un suivi à l'autre et entre les stations en faisant abstraction de l'effet de dilution de la contamination causé par la présence de sable, moins contaminé que les vases.

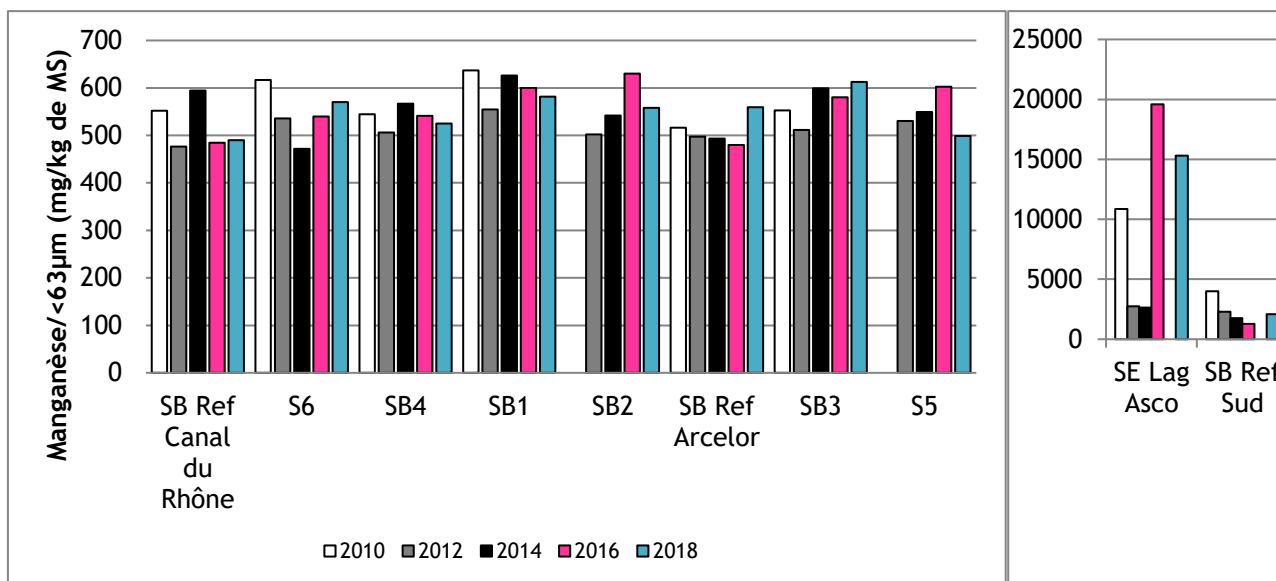


Figure 53. Concentration en manganèse de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en manganèse normalisée par la proportion de fines des échantillons montre un pic de contamination au niveau des stations SB Ref Arcelor et SB3. La contamination augmente en station S6.

Cette contamination est en baisse au niveau de SB5 et SB2.

Les valeurs mesurées au niveau des autres stations en 2018 sont relativement équivalentes aux mesures effectuées lors des précédents suivis.

L'impact du rejet ASCO INDUSTRIE sur la contamination en manganèse des sédiments est visible au droit du rejet. Cependant, la contamination de l'ensemble des stations de mesures est globalement équivalente indiquant ainsi l'existence d'autres sources de contamination.

3.3.3.13 Tableaux de synthèse pour les métaux

Les concentrations en métaux traces qui ont été évaluées pour le suivi 2016 sont présentées dans le tableau suivant avec pour indication un code couleur correspondant aux 3 états du RLM (IFREMER, 2002) :

- Vert** : État 1. Il caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de contamination chimique établi pour chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française.
- Jaune** : État 2. Il caractérise des niveaux correspondant à des valeurs supérieures au bruit de fond de la contamination chimique et inférieures ou égales au seuil de contamination avérée.
- Rouge** : État 3. Il caractérise les niveaux supérieurs au seuil de contamination avérée (état 2).

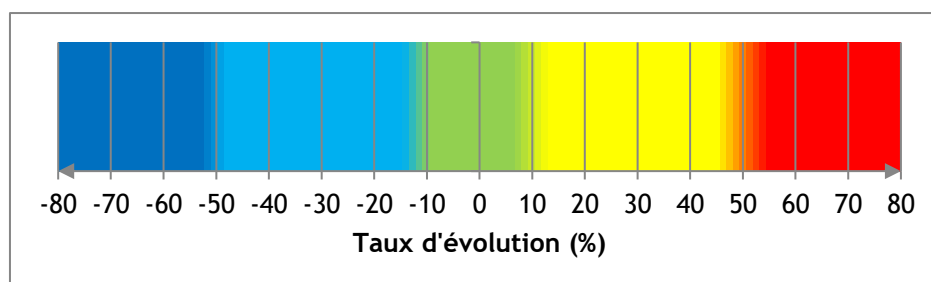


Paramètres (mg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud
Cadmium	0,16	0,13	0,15	0,28	0,93	0,14	0,13	0,14	0,13	<0.10
Chrome	28,50	26,60	38,10	179,00	1440	37,50	32,30	36,50	34,00	10,50
Chrome VI	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Cuivre	22,80	15,20	24,70	58,70	1140,00	24,60	21,80	27,70	22,90	0,00
Plomb	25,00	19,70	31,80	72,40	1610,00	28,20	28,40	34,70	27,30	6,18
Zinc	76,00	64,20	92,00	497,00	9120,00	83,30	83,30	94,30	78,20	25,20
Nickel	22,30	17,60	24,50	39,00	214,00	24,00	23,40	27,80	22,00	10,70
Mercure	0,11	0,00	0,17	0,00	0,61	0,00	0,12	0,22	0,00	0,00
Aluminium	10400	7860	10900	11000	2790	11600	10000	12700	10700	4400
Étain	<5.14	<5.00	<5.00	<5.00	89,20	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00
Fer	25,40	24,60	30,70	46,10	196,00	35,70	29,20	34,60	31,20	9,63
Manganèse	489,83	570,07	524,78	581,46	15309,87	558,14	559,15	612,46	498,97	2086,64

Tableau 18. Tableau de synthèse des concentrations en métaux traces des sédiments en 2018 - Données brutes

Le tableau suivant présente sous la forme d'un code couleur, l'évolution de la contamination pour chaque station et pour chaque métal par rapport à son niveau de 2016. Ce code couleur prend la forme suivante :

- Bleu foncé : forte diminution (supérieure à 50%)
- Bleu clair : diminution significative (taux compris entre -10 et -50 %)
- Vert : peu d'évolution (valeur comprise entre -10 et +10%)
- Jaune : augmentation significative (taux compris entre +10 et +50%)
- Rouge : forte augmentation (supérieure à 50%)



Paramètres (mg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud
Cadmium	12,5	-7,7	-26,7	14,3	-26,9	-7,1	-7,7	-7,1	-23,1	0,0
Chrome	13,0	-8,6	-12,3	60,4	-96,5	5,9	2,5	2,2	-6,5	1,0
Chrome VI	Données inférieures aux limites de quantification depuis 2012									
Cuivre	7,5	-34,2	-15,8	43,6	46,2	1,6	-6,4	13,4	-3,9	0,0
Plomb	21,2	-28,4	0,3	22,8	71,8	-11,7	-1,8	18,4	-4,0	-4,9
Zinc	15,3	-19,5	-5,5	61,6	45,9	0,0	0,1	17,2	-2,3	-9,9
Nickel	24,2	-3,4	3,3	39,7	-78,5	9,2	11,1	23,4	1,8	-5,6
Mercur	Données inférieures aux limites de quantification en 2014									
Aluminium	25,2	3,8	-1,8	23,5	-64,2	18,2	8,3	25,7	12,2	-8,9
Etain	Données inférieures aux				66,7	limites de quantification en 2012 et 2014				
Fer	16,5	14,2	-10,4	33,6	-82,7	13,4	-1,7	11,0	1,3	-18,4
Manganèse	22,2	33,9	9,3	26,7	74,1	14,7	22,6	21,8	5,2	84,7
Elément présentant la plus forte augmentation	Al	Mn	Mn	Cr	Mn	Al	Mn	Al	Al	Mn
Elément présentant la plus forte diminution	.	Cu	Cd	.	Cr	Pb	Cd	Cd	Cd	Fe

Tableau 19. Tableau de synthèse des taux de variation (%) des concentrations en métaux entre 2016 et 2018

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration en Chrome et Aluminium au niveau des stations les plus proches du rejet (SB1 et SB2). La concentration en manganèse et en aluminium a également augmenté d'une façon générale sur le site d'étude.

Les stations qui présentent le plus d'augmentation entre 2016 et 2018 sont les stations SB1 en sortie du rejet et Ref Canal du Rhône, alors qu'en 2016, cette dernière, était une des deux stations présentant le plus de baisses de contamination avec la station SB3.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2018 est difficilement discriminable.



3.3.4 LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

La famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques comprend plusieurs molécules dont la structure chimique est constituée de plusieurs noyaux aromatiques ayant en commun plus d'un atome de carbone. Ces molécules constituent une large classe de contaminants qui se différencient entre eux par le nombre de noyaux aromatiques (de deux pour le naphthalène à sept pour le coronène...).

Les HAP présents dans l'environnement résultent de différents processus : la biosynthèse par les organismes vivants, les pertes à partir du transport ou de l'utilisation des carburants fossiles, charbons, pétroles, la pyrolyse des matières organiques à haute température, feux de forêt, combustion des charbons et pétroles. Ce dernier processus constitue la principale voie d'introduction des HAP dans l'environnement et résulte majoritairement des activités anthropiques. Il est bien connu que la combustion des essences est une source importante d'introduction de HAP dans l'atmosphère. Les activités industrielles telles que les usines de production d'aluminium, les raffineries de pétrole ou les rejets urbains contribuent également de manière importante aux apports atmosphériques et aquatiques.

Le comportement des produits pétroliers déversés en mer dépend essentiellement des quatre paramètres : leur volatilité, leur solubilité, leur tendance à former des émulsions et leur aptitude à se dégrader. Ces propriétés dépendent de la composition des produits déversés (proportion d'HAP, taux d' « alkylation » des composés aromatiques, etc.). La contamination de l'eau est à la fois liée à la solubilité du produit pétrolier et à sa fragmentation par les vagues. Cette action mécanique forme des gouttelettes et des boulettes d'hydrocarbures de tailles variées, qui sont ensuite entraînés par les courants. Les hydrocarbures forment également à la surface de l'eau des nappes dans lesquelles s'engluent les oiseaux de mer et les mammifères marins. Les hydrocarbures peuvent enfin interagir avec les matières en suspensions et contaminer ainsi les sédiments.

Leur biodégradabilité dépend de processus complexes mettant en jeu la nature du polluant, la microflore bactérienne, la disponibilité d'éléments nutritifs et les conditions environnementales (O₂, température, pH). Les effets des hydrocarbures sur les communautés sont nombreux.

16 molécules ont été reconnues toxiques pour l'environnement, dont notamment le fluoranthène, anthracène, le pyrène... Certains HAP sont cancérigènes pour l'Homme et toxiques pour la faune marine. Certains sont également très rémanents dans l'environnement.

3.3.4.1 Valeurs de référence

Les concentrations en HAP des sédiments sont comparées aux seuils de référence établis par le guide RLM (IFREMER, 2002) qui présente une grille de seuils environnementaux permettant d'évaluer la qualité de sédiments fins prélevés en Méditerranée. Ces seuils n'ont cependant pas été officiellement validés par les services de l'état :

HAP	États de contamination en mg/kg de matière sèche		
	État 1	État 2	État 3
Benzo(b)fluoranthène	<0,2	0,2 - 0,5	>0,5
Benzo(k)fluoranthène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Indéno(1.2.3-cd)pyrène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Benzo(ghi)pérylène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Benzo(a)pyrène	<0,1	0,1 - 0,5	>0,5
Fluoranthène	<0,04	0,04 - 0,2	>0,2

Tableau 20. États de référence pour les HAP applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)

Certains HAP font l'objet d'une réglementation particulière concernant leur présence dans l'environnement, et en particulier dans les masses d'eau communautaires.

En effet, plusieurs sont mentionnés par l'arrêté du 25 janvier 2010 qui fixe « les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surfaces ».

Certains sont définis comme étant des :

- **Substances Prioritaires (SP)**
 - L'objectif fixé par la directive européenne est leur **diminution** progressive dans les rejets et les pertes.
- **Substances Dangereuses Prioritaires (SDP)**
 - L'objectif fixé par la directive européenne est leur **suppression** progressive des rejets et pertes.

Bien qu'il existe des valeurs seuils définis pour les eaux, il n'en existe pas encore à l'heure actuelle pour les sédiments marins.



3.3.4.2 Résultats 2018

Les figures suivantes présentent les résultats des concentrations en HAP des sédiments en 2018.

Paramètre (µg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB3	S5	SB Ref Arcelor	SB Ref Sud
Naphtalène (SP)	34	34	65	54	49	61	73	65	71	4,7
Acénaphthylène	6,5	10	12	13	9,3	14	15	16	11	0
Acénaphène	5,1	7,9	8,1	7,9	12	9,3	11	9,3	7,4	0
Fluorène	16	19	25	29	29	30	36	29	27	0
Phénanthrène	56	79	110	120	81	120	150	130	100	3,9
Anthracène (SDP)	13	22	21	21	16	23	28	25	20	2,3
Fluoranthène (SP)	74	98	120	130	27	120	160	120	100	3,2
Pyrène	51	73	79	96	75	92	110	97	73	2,9
Benzo(a)anthracène	31	54	54	66	29	70	92	75	58	0
Chrysène	38	55	68	77	21	74	0,098	78	65	0
Benzo(b)fluoranthène (SDP)	54	95	92	110	60	120	150	130	80	2,3
Benzo(k)fluoranthène (SDP)	11	22	19	23	12	49	61	48	15	0
Benzo(a)pyrène (SDP)	42	63	66	85	35	82	110	87	62	0
Dibenzo(ah)anthracène	13	21	24	27	17	26	32	27	20	0
Benzo(ghi)Pérylène (SDP)	33	50	56	60	47	59	73	65	49	0
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène (SDP)	32	44	56	49	33	52	62	56	48	0
Somme des 16 HAP	510	750	800	970	550	1000	1300	1100	810	19

Tableau 21. Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments en 2018. SP : Substance prioritaire de la DCE ;
SDP : Substance dangereuse prioritaire de la DCE

D'après l'INERIS, le phénanthrène est présent dans l'huile d'anthracène obtenue par distillation du goudron de houille. Il est recueilli dans le filtrat de résidus d'anthracène cristallisé ou dans la fraction légère de distillation de l'anthracène brut. Il est essentiellement produit lors d'une mauvaise combustion des hydrocarbures, du bois ou du charbon (inserts, foyers fermés faiblement alimentés en air). On l'utilise dans la production de colorants, d'explosifs, de produits pharmaceutiques ; c'est une base utilisée pour synthétiser d'autres produits chimiques (9,10-phénanthrénequinone, acide 2,2 diphénique) dont certains sont, par exemple, utilisés pour la fabrication de conducteurs électriques utilisés dans les batteries et les cellules photovoltaïques. On en trouve aussi dans la fumée de tabac, les échappements de moteur Diesel ou à essence, dans les viandes grillées au charbon de bois (barbecue), dans les huiles moteurs usagées, etc...



Il n'existe pas d'utilisation de fluoranthène en tant que tel. L'ATSDR (1995), indique toutefois qu'il a pu être utilisé par le passé en revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable. Il a été utilisé comme intermédiaire dans la fabrication de teintures, notamment de teintures fluorescentes et dans la fabrication des huiles diélectriques et comme stabilisant pour les colles époxy. Aujourd'hui l'INERIS ne dispose d'aucune information indiquant que ces usages existent toujours. Selon le Kompass (2005), le fluoranthène n'est pas référencé comme un produit fabriqué ou vendu en France. En revanche, le fluoranthène en tant qu'HAP est présent dans de nombreuses applications. Les HAP sont synthétisées lors de la formation des énergies fossiles (pétrole, charbon) ou bien lors de la combustion incomplète de matières organiques (chauffage au fuel, feux de forêt, etc.). Ils sont donc rejetés dans l'environnement soit à partir de produits dérivés de combustibles fossiles (goudron, coke, créosote, etc.), soit suite à des combustions incomplètes (chauffage, moteur diesel...).

Le benzo[k]fluoranthène est présent dans les combustibles fossiles. Lors de combustions incomplètes, il est rejeté dans l'atmosphère où il est essentiellement présent sous forme particulaire du fait de sa tension de vapeur extrêmement faible. On le trouve également dans la fumée de cigarette, dans les gaz d'échappement d'automobiles, dans les émissions provenant de la combustion de charbons ou d'huiles, dans les huiles moteur et le goudron de charbon. Il peut être libéré dans l'hydrosphère lors du lessivage par la pluie de stocks de charbon.

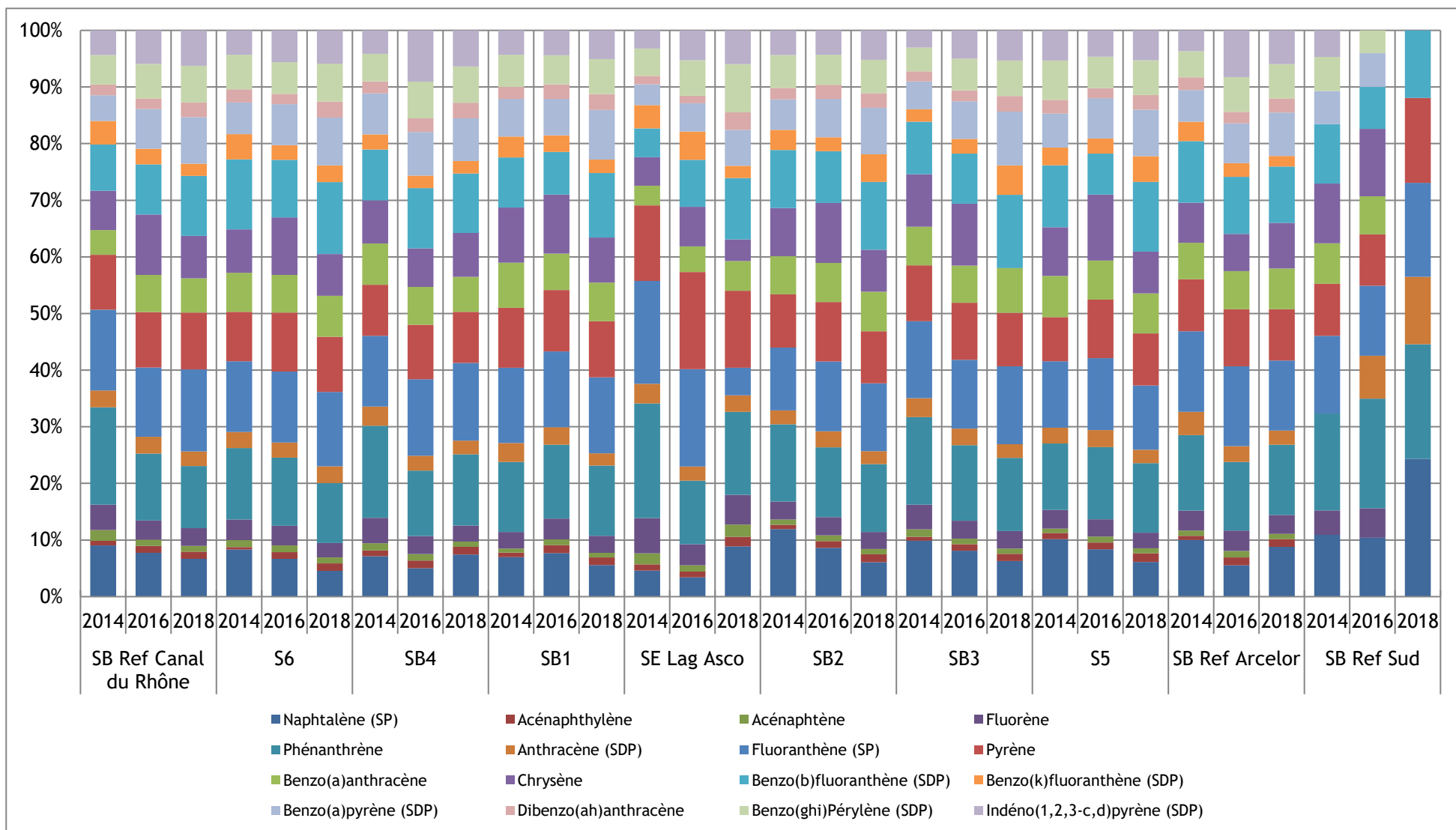


Figure 54. Proportion des 16 HAP réglementaires mesurées dans les sédiments de chaque station en 2018

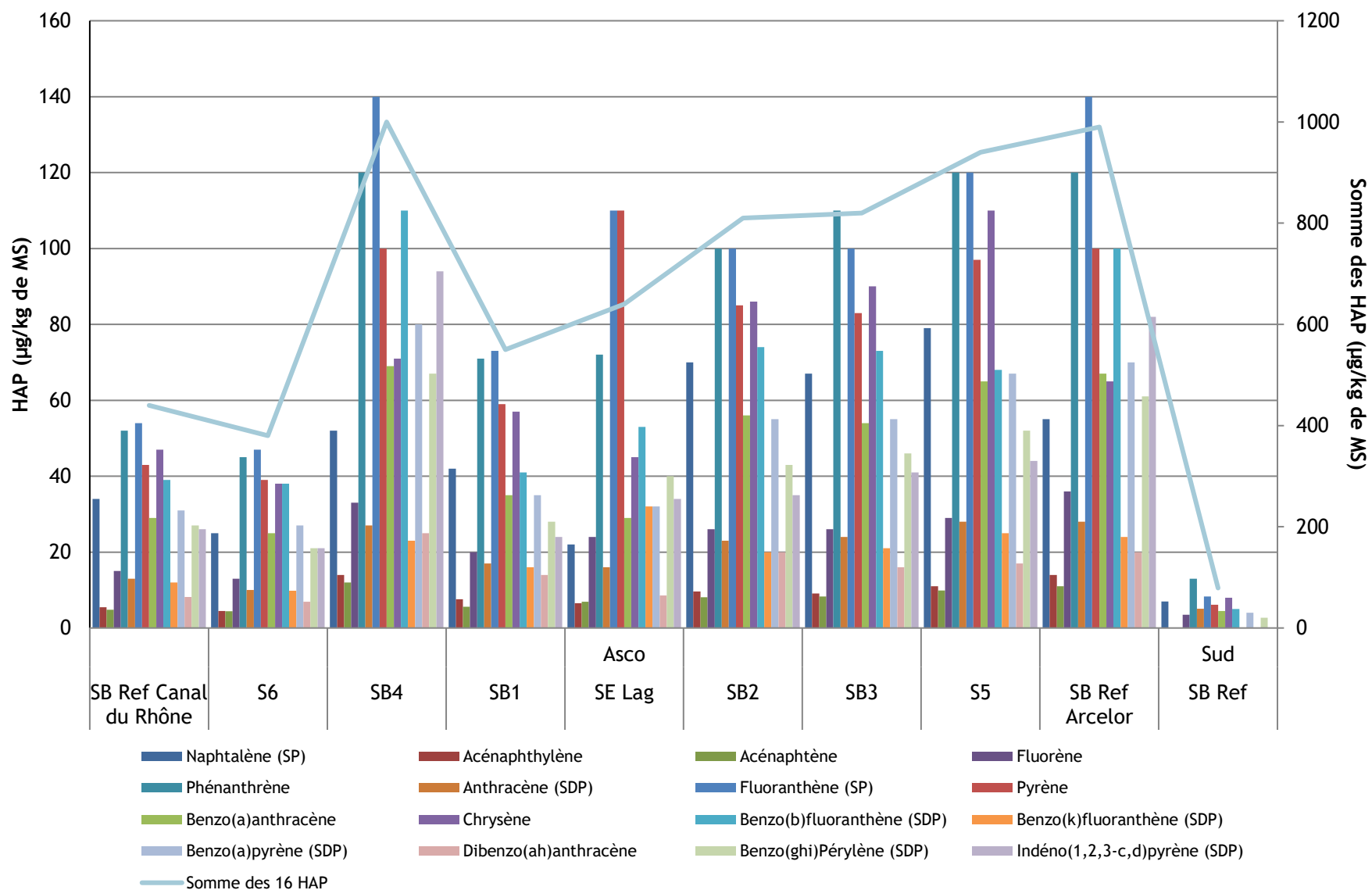


Figure 55. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2016

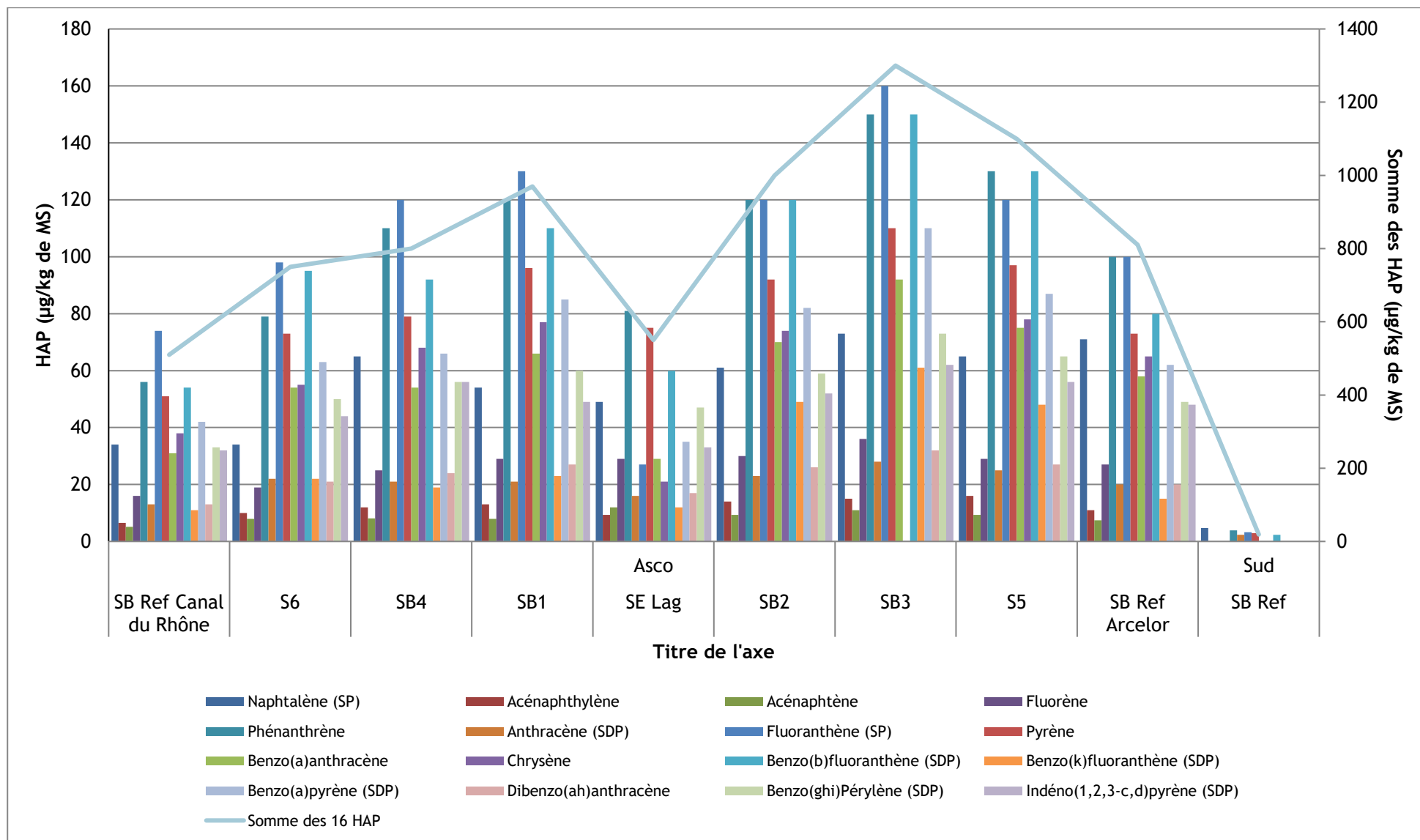


Figure 56. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2018

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2018. Les concentrations sont légèrement plus importantes qu'en 2016 et la proportion de chaque congénère dans les échantillons est relativement équivalente. Comme en 2014 et 2016, les congénères les plus représentés sont le phénanthrène et le fluoranthène.

En revanche, la répartition des valeurs de concentration les plus élevées a évolué au sein de la zone d'étude. En 2016, la station SB4 présentait généralement les valeurs les plus élevées, notamment en fluoranthène, une substance prioritaire selon la DCE. En 2018 c'est plutôt la station SB3, suivi de SB1 et SB2, qui présentent de fortes concentrations.

Les stations situées au droit du rejet présentent une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse. L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.



3.3.4.3 Indice hydrocarbure

Paramètre Indice hydrocarbure	Unité	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SB2	SB3	S5	SB Ref Arcelor	SB Ref Sud	E Lag Asco
2018	mg/kg MS	60,4	57,4	92	215	48,7	102	38,4	94,5	<15,0	6680
2016	mg/kg MS	146	127	227	394	172	113	190	111	23,7	8900
2014	mg/kg MS	121	115	153	171	140	128	137	109	19,9	3030
2012	mg/kg MS	132	141	135	237	139	132	133	178	20,5	12900
2010	mg/kg MS	164	134	265	580	226	216	196	239	23,4	5530

Tableau 22. Indice hydrocarbure (HTC C10-C40) mesuré au niveau de la darse entre 2010 et 2018
(Safege, In Vivo, setec)

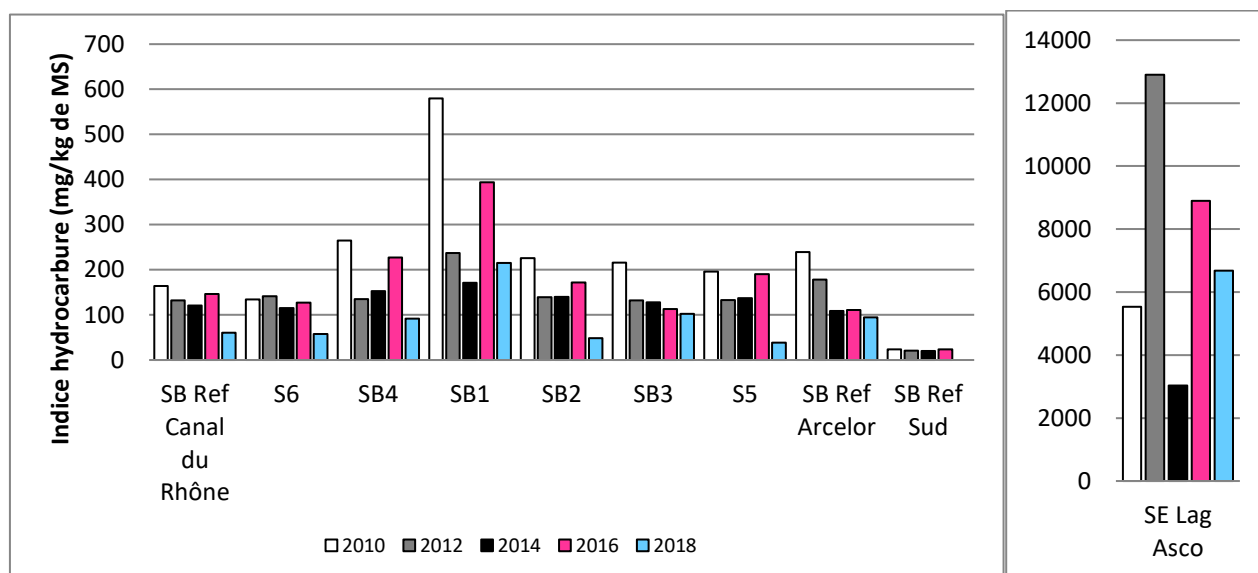


Figure 57. Variation de l'indice hydrocarbure au niveau des stations de mesure entre 2010 et 2018
(Safege, In Vivo, setec)

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2018 montrent une concentration maximale au niveau de la station SB1 située au droit du rejet (comme en 2016). L'indice hydrocarbure a bien diminué sur toutes les stations entre 2016 et 2018.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAPs réglementaires.

Une nette diminution de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2018 puisque la valeur est trouvée en SB1. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.

3.3.5 LES POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB)

Les PCB sont des composés organochlorés comprenant plus de 200 congénères différents. Ils sont utilisés depuis les années 1930 dans les peintures, les encres, les revêtements muraux, le matériel électrique... Leur rémanence, leur toxicité, et leur faculté de bioaccumulation ont conduit à interdire leur usage en France à partir de 1987. Depuis lors, ils ne subsistent plus que dans des équipements électriques anciens, transformateurs et gros condensateurs. La convention de Stockholm prévoit la disparition totale de ces équipements pour 2025. La présence de résidus de PCB dans l'environnement résulte de leur importante utilisation passée comme fluides diélectriques, pour le calandrage, dans les additifs pour caoutchouc et matières plastiques (réglementation stricte de leur utilisation depuis 1973). En plus des pertes lors des remplissages et retraitements des systèmes clos, les rejets urbains, les décharges de matériel usagé et les activités liées à la récupération des matériaux ferreux sont potentiellement des sources d'apport dans l'environnement.

Ils sont toxiques pour la croissance du phytoplancton et le développement larvaire des vertébrés et des invertébrés marins. Les PCB sont des substances organiques de synthèse qui sont caractérisées par leur très grande stabilité chimique : ceci leur confère une persistance exceptionnelle dans le milieu, et en particulier dans les sédiments où ils sont piégés.

En raison, de leur persistance, de leur caractère bioaccumulable et de leur toxicité, les PCB font partie des contaminants prioritaires. Il n'existe pas de valeur de bruit de fond pour ces contaminants, car ces organochlorés sont exclusivement d'origine anthropique (humaine).

3.3.5.1 Résultats 2018 et comparaison avec les résultats de 2016

En 2018 comme en 2016, toutes les stations présentent des concentrations très faibles en PCB. La plupart sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire (0,001 mg/kg de MS) ou très proche de celle-ci. La station de la lagune présente la valeur la plus élevée avec 0,15 mg/kg de MS (somme de 7 PBC).

Le rejet n'a pas d'incidence significative sur la concentration en PCB depuis 2014.

3.3.6 SYNTHÈSE POUR LE SÉDIMENTS

L'analyse de la zone d'étude du point de vue des conditions météorologiques et océanographiques montre que l'année 2018 se différencie de l'année 2016 par des pluies plus importantes au cours de l'année notamment au printemps (avril) et mais beaucoup moins durant les semaines précédant la campagne de prélèvement des échantillons (été). Les effets de perturbation des analyses par des apports telluriques sont donc peut être supérieurs en 2018 par rapport à 2016. Les prélèvements



avaient été réalisés en 2016 comme en 2018, lors de période plutôt calme au niveau du vent, plusieurs jours de grand calme ont précédé l'intervention. En 2018 comme en 2016, les fonds n'ont donc pas trop subi de remobilisation en provenant de l'agitation créée par les vents. Ce facteur est cependant à relativiser en raison de la profondeur de la darse. En effet, les vents n'ont pas une grande incidence en profondeur sur les eaux de la darse. Ils peuvent cependant remettre en suspension des couches superficielles de sédiment au niveau des stations les moins profondes.

Concernant les apports externes au milieu, ils peuvent être considérés comme multiples, variés et donc difficiles à discriminer. En effet, la zone d'étude est d'une part située entre le canal du Rhône au nord et le golfe de Fos au sud. Les données issues du SDAGE 2016-2021 en vigueur classent ces masses d'eaux dans la catégorie des « masses d'eau fortement modifiées ». La présence de mercure est attestée dans le golfe de Fos par les relevés de la campagne DCE de 2012 et la masse d'eau « Grand Rhône » à laquelle est reliée la darse 1 via le canal du Rhône, bien que présentant un très bon état hydrologique en 2012, représente un vecteur important de contaminants en provenance du Rhône.

Le sud de la darse peut également être influencé par des entrées maritimes rabattant le panache du grand Rhône vers le fond du golfe. Le nord de la darse semble en revanche est trop enclavé pour être influencés par celles-ci. Les eaux du canal du Rhône influencent donc probablement majoritairement les eaux du nord de la zone d'étude qui peuvent être soumises à une contamination en amont en provenance du Grand Rhône.

Par ailleurs, la darse est l'exutoire d'un autre rejet industriel situé sur la rive opposée de l'usine ASCO INDUSTRIES et provenant de l'usine sidérurgique ARCELOR-MITAL. Ce rejet peut contribuer significativement à la contamination de la darse.

Enfin, la darse est un lieu où passent et stationnent de nombreuses embarcations de fret et de transport de passagers. Outre les pollutions provenant des navires (huiles machines, peintures, gaz d'échappement, etc.), les terminaux minéraliers peuvent également contribuer à la contamination du milieu par le biais des déchargements avec la chute occasionnelle de matériaux vers le milieu marin ou le dépotage de carburants.

L'analyse des données de production de l'usine ASCO INDUSTRIES montre cependant que celle-ci est sensiblement équivalente d'une année sur l'autre depuis 2010. Le mois d'août est consacré à l'entretien des installations. La production est donc réduite durant ce mois de l'année précédant les prélèvements. Les variations de productions n'ont donc probablement pas d'incidences sur le rejet. En revanche, selon les alliages produits par l'usine, la composition du rejet peu évoluée.

Ainsi, si les flux de métaux les plus importants mesurés en routine dans le rejet depuis 2010 concernent le fer, le zinc, le manganèse et le phosphore, leur proportion peut varier au cours du temps. En 2018, les mesures montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en cadmium en mai. Un petit épisode d'augmentation dans les concentrations en métaux est visible, couplé à une chute du PH en février.

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2018 comme en 2016 ont montré que la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement

équivalentes. Seule la station SB Ref Sud se distingue par une plus importante proportion de sable. La proportion de fines est relativement équivalente sur l'ensemble des stations entre 2016 et 2018. Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), les sédiments des stations ont vu leur proportion de fines augmenter. Les autres prélèvements présentent des taux stables en particules de diamètre inférieur à 63 µm mis à part la station de référence Lag Asco qui voit sa proportion de sédiment fins diminuer en 2018.

Au contraire, la concentration en particules fines a chuté de 30 % au niveau de la station Lag Asco et Ref Sud. La contamination des sédiments étant fortement corrélée à la présence de particules fines, les chutes et les hausses de leur présence peuvent avoir des incidences sur l'évolution des concentrations en métaux mesurées dans les échantillons.

La contamination organique s'est maintenue entre 2016 et 2018 sur la plupart des stations et a ponctuellement augmenté légèrement pour certains paramètres, excepté au droit du rejet, sur la station SB1, où l'on observe un pic de concentration pour toutes les éléments organiques et nutritifs mesurés. L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la contamination des sédiments situés à sa proximité immédiate (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet de l'usine ASCO INDUSTRIES.

Concernant les métaux, les concentrations restent en 2018 relativement équivalentes aux valeurs mesurées en 2016 sur l'ensemble des stations exceptée au droit du rejet sur la station SB1 ; où des augmentations sont visibles.

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration en chrome et aluminium au niveau des stations les plus proches du rejet (SB1 et SB2). La concentration en manganèse et en aluminium a également augmenté d'une façon générale sur le site d'étude.

Les stations qui présentent le plus d'augmentation entre 2016 et 2018 sont les stations SB1 en sortie du rejet et Ref Canal du Rhône, alors qu'en 2016, cette dernière, était une des deux stations présentant le plus de baisses de contamination avec la station SB3.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2018 est difficilement discriminable.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2018. Les concentrations sont légèrement plus importantes qu'en 2016 et la proportion de chaque congénère dans les échantillons est relativement équivalente. Comme en 2014 et 2016, les congénères les plus représentés sont le phénanthrène et le fluoranthène.

En revanche, la répartition des valeurs de concentration les plus élevées a évolué au sein de la zone d'étude. En 2016, la station SB4 présentait généralement les valeurs les plus élevées, notamment en



fluoranthène, une substance prioritaire selon la DCE. En 2018 c'est plutôt la station SB3, suivi de SB1 et SB2, qui présentent de fortes concentrations.

Les stations situées au droit du rejet présentent une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse. L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

Aucune contamination et aucun impact du rejet sur la concentration en PCB des sédiments ne sont observés en 2018.

3.4 MATIERE VIVANTE

3.4.1 VALEURS DE REFERENCE ET AJUSTEMENT DES DONNEES

3.4.1.1 Les seuils RINBIO

Les valeurs de référence utilisées pour évaluer la qualité de la matière vivante sont les seuils de qualité définis dans le cadre du réseau RINBIO (2009).

Niveau de contamination		Niveaux de base	Niveaux faibles	Niveaux modérés	Niveaux élevés	Niveaux très élevés
Métaux (mg/kg de MS)	Pb	1,03	2,16	3,29	4,42	>4,42
	Zn	141,93	229,08	316,22	403,37	>403,37
	Cd	0,84	1,26	1,68	2,09	>2,09
	Hg	0,12	0,23	0,34	0,44	>0,44
	Cu	4,67	6,90	9,13	11,36	>11,36
	Ni	0,99	2,00	3,00	4,01	>4,01
	As	22,63	35,85	51,08	66,31	>66,31
	Cr	0,4	0,9	1,4	1,9	>1,9
Contaminants organiques (µg/kg de MS)	S HCHs	0,67	1,17	1,67	2,18	>2,18
	S PCBs	6,7	14,43	22,16	29,9	>29,9
	S 16 HAP	39,85	78,65	117,45	156,25	>156,25

Tableau 23. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour le réseau RINBIO (2009)

Ces limites sont fixées pour l'analyse de moules ayant été immergées sur un site, laissées durant une durée déterminée, puis récupérées pour analyse. Cependant, les moules étudiées au cours de ce suivi ont été



récupérées directement sur le site. Les niveaux de contamination mesurés sont donc à relativiser dans le cas où ils seraient supérieurs aux niveaux fixés par le RINBIO.

3.4.1.2 L'indice de condition

Un paramètre supplémentaire est calculé : l'**Indice de Condition** ou IC. Cet indice correspond au ratio entre le poids de chair sec et le poids sec de coquille des échantillons. Il a été calculé en 2014 selon la méthode de Lawrence et Scott (Besse T., 2003) :

$$I.C. = \frac{\text{Poids sec de chair}}{\text{Poids total} - \text{poids de coquille}} \times 1000$$

- Il renvoie une valeur moyenne de **106** sur le littoral français.
- Un indice de **80** correspond à un produit maigre, de qualité médiocre.
- L'optimum est atteint pour un indice supérieur à **120**.

Il constitue un indicateur fiable de l'état physiologique des individus étudiés et permet ainsi de relativiser la contamination mesurée entre secteurs de trophismes différents.

3.4.1.3 Comparaison avec les seuils de la DCE

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) pour les 41 substances prioritaires retenues par la DCE sont définies dans la directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008. Elles sont utilisées pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau. Ces NQE étant exprimées en concentration dans l'eau, il convient de convertir les résultats obtenus dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau. La méthode utilisée dans le cadre de ce rapport est décrite dans le bulletin Ifremer RNO 2006 (Claisse 2006). Elle permet de convertir les concentrations dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau avec l'utilisation d'un facteur de bioconcentration (BCF) :

$$C_{mollusque} = C_{eau} \times BCF_{mollusque}$$

Et donc :

$$C_{eau} = C_{mollusque} / BCF_{mollusque}$$

Avec :

- C_{eau} : la concentration dans l'eau (µg/L)
- $C_{mollusque}$: la concentration dans le mollusque considéré (µg/kg de poids humide)

- **BCF** : le facteur de bioconcentration

La conversion du résultat obtenu en poids humide est faite en multipliant la mesure réalisée en poids sec de chair par le rapport entre le poids humide de chair et le poids sec de chair mesuré pour chaque échantillon.

De plus, la directive fille 2008/105/CE donne des valeurs de NQE pour le biote. Cela concerne le mercure, l'hexachlorobenzène et l'hexachlorobutadiène. Les résultats obtenus dans les moules pour le mercure seront donc directement comparés à cette NQE biote.

3.4.1.4 Les données du ROCCH

Le principal outil de connaissance des niveaux de contamination chimique de notre littoral était constitué par le suivi RNO mené depuis 1979 qui est devenu le ROCCH à partir de 2008. Jusqu'en 2007 inclus, le RNO observatoire de l'environnement, mesurait les métaux (Ag, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), les hydrocarbures polyaromatiques (HAP), les PCB, le lindane et les résidus de DDT. Depuis la mise en oeuvre de la DCE, la surveillance environnementale de la contamination chimique est décentralisée auprès des agences de l'eau et porte sur la colonne d'eau. La surveillance chimique coordonnée et réalisée par l'Ifremer ne concerne plus que les 3 métaux réglementés au titre de la surveillance sanitaire (Cd, Hg et Pb). Les données de concentration en Cd, Hg et Pb mesurées en 2018 par setec sont donc comparées aux valeurs mesurées en 2015 par le ROCCH au niveau des points :

- 109-P-020 : Pointe Saint-Gervais (point 020) ;
- 109-P-027 : Anse de Carteau 2 (point 027).

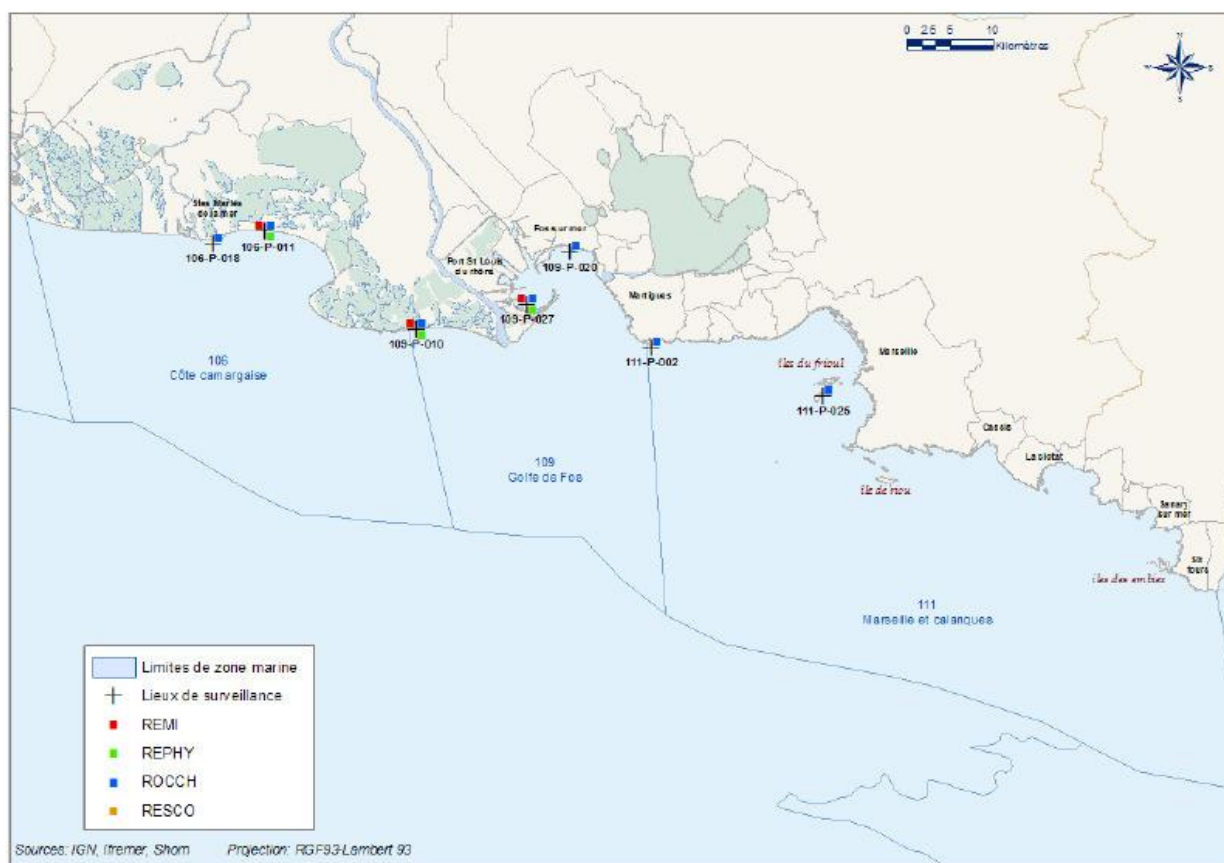
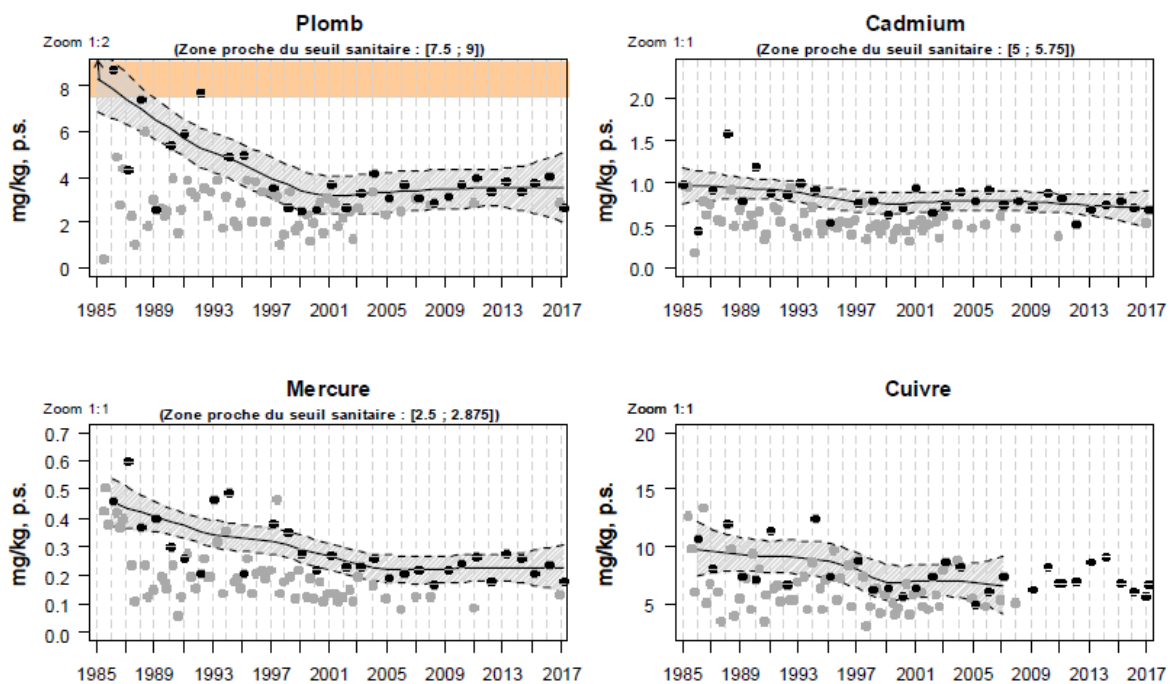
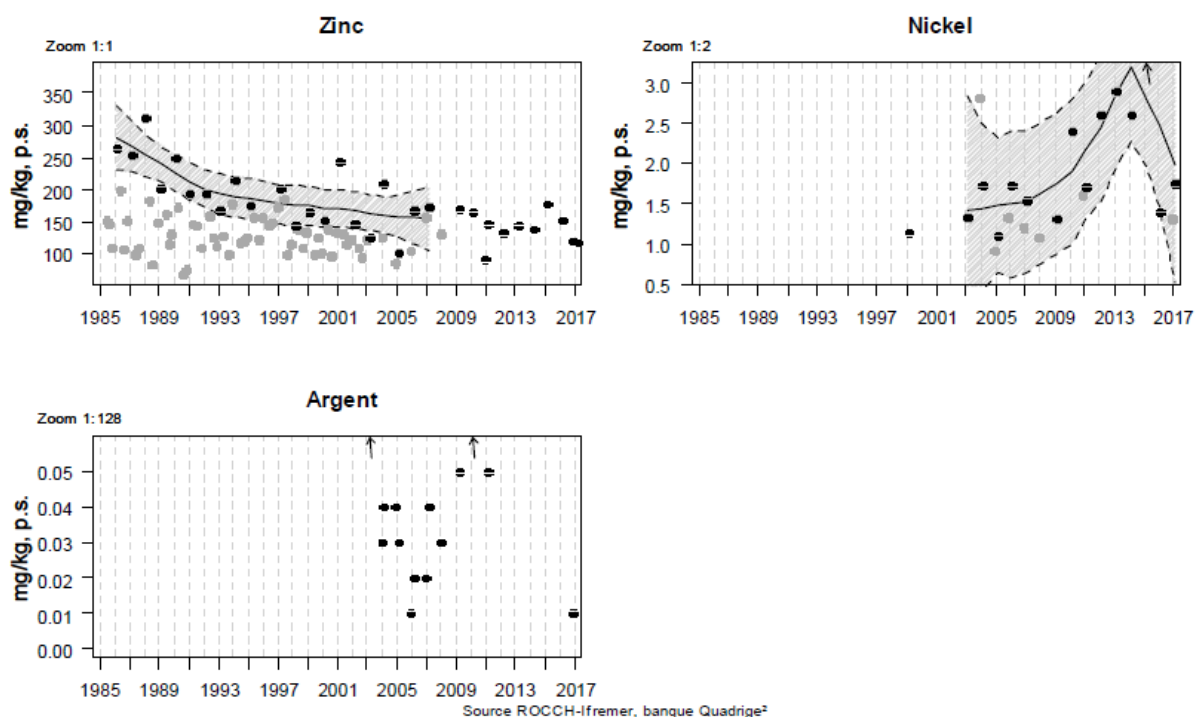


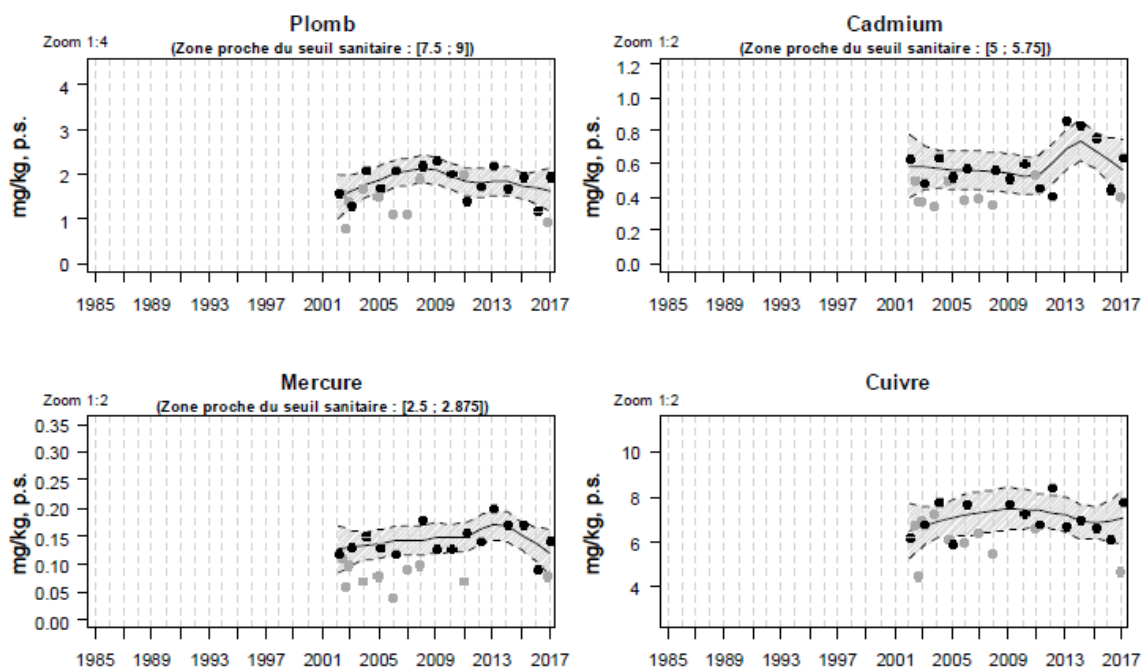
Figure 58. Localisation des points de contrôle des réseaux de suivi de l'IFREMER en 2017 (IFREMER, 2018)

Résultats ROCCH
109-P-020 Golfe de Fos / Pointe St Gervais - Moule





Résultats ROCCH
109-P-027 Golfe de Fos / Anse de Carteau 2 - Moule



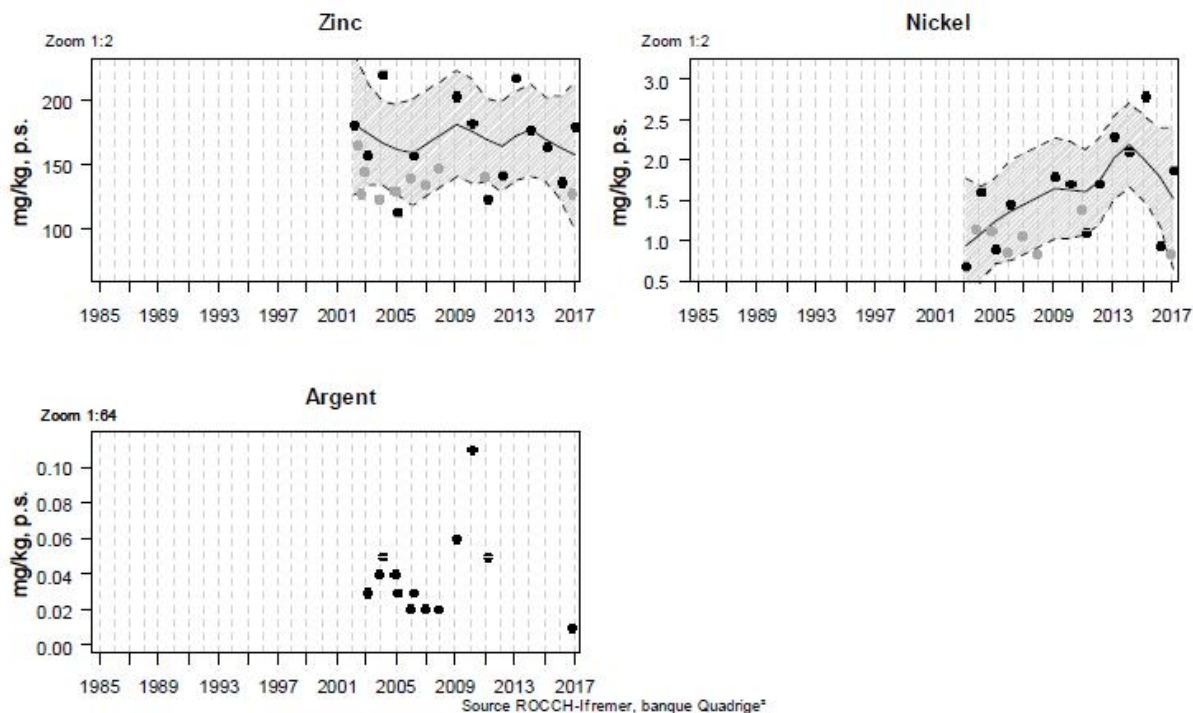


Figure 59. Résultats 2017 du ROCCH dans le golfe de Fos (Ifremer, 2018)

3.4.2 INDICE DE CONDITION

Les indices de condition mesurés sur les moules au niveau des stations de mesures en 2014 et 2016 sont présentés par la figure suivante pour rappel :

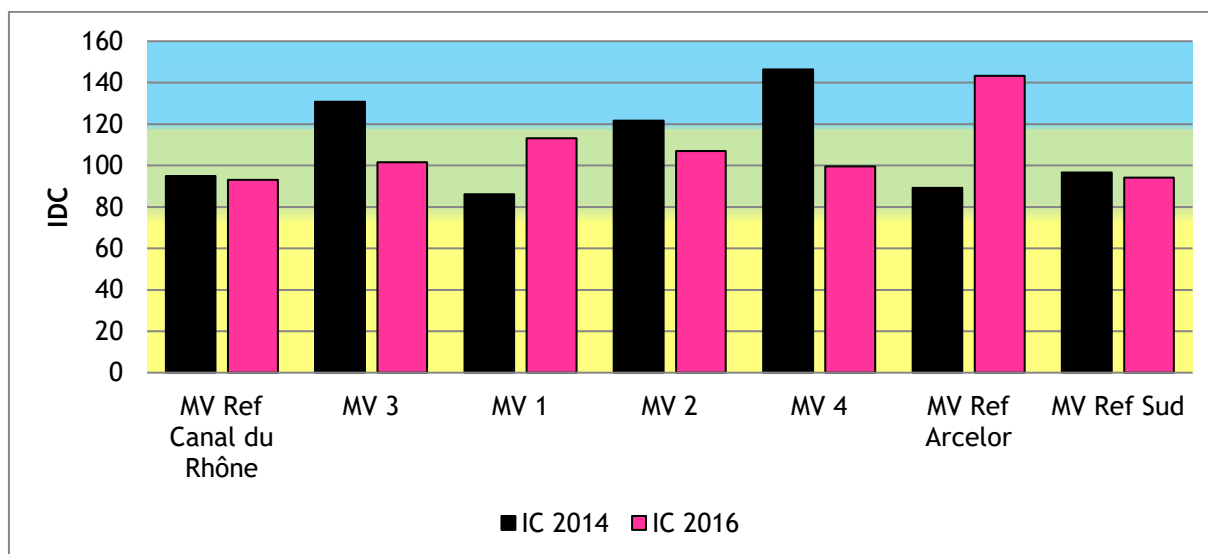


Figure 60. Rappel : Indice de condition des moules entre 2014 et 2016 selon la méthode Lawrence et Scott.

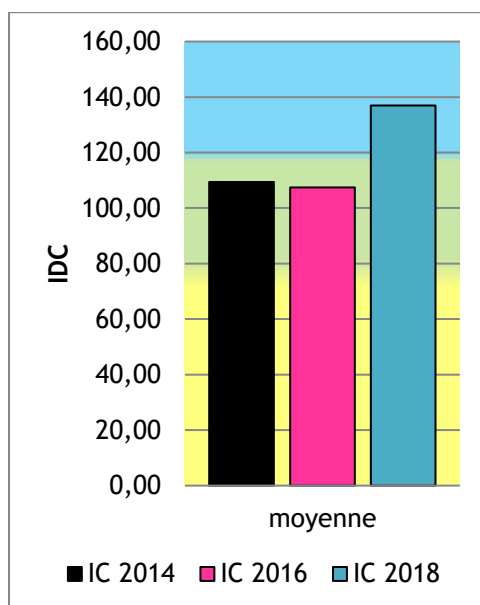


Figure 61. Indice de condition moyen des moules entre 2014 et 2018 selon la méthode Lawrence et Scott. En bleu : produit de taille optimale ; en vert : produit de taille normale ; en jaune : produit maigre

L'indice de condition n'a pas pu être effectué pour chacune des stations en 2018, seule une présentation d'une valeur moyenne est pertinente. Ce résultat montre une valeur plus importante pour l'année 2018. En effet, les moules prélevées sur l'ensemble des stations mesurent environ 137 cm en 2018 contre 107 en 2016 et 109 cm en 2014.

3.4.3 METAUX TRACES

3.4.3.1 Résultats 2018

Les concentrations en métaux traces dans les échantillons de moules prélevés en 2018 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Il s'agit des données brutes non ajustées par l'indice de condition. Les variables utilisées dans les formules d'ajustement sont issues des courbes de régression linéaire mettant en relation les concentrations des différents contaminants et les indices de condition relevés sur l'ensemble de la façade maritime.

Les formules d'ajustement disponibles sont issues de la campagne RINBIO de 2009. Ces données datant de 5 ans, il ne paraît pas judicieux de les appliquer aux valeurs mesurées au cours du suivi.



Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône	MV3	MV2	MV1	MV4	MV Ref Arcélor	MV Ref Sud
Aluminium	48	63	61	88	79	75	120
Arsenic	2,4	2,6	3,1	2,6	2,3	2,5	3,1
Cadmium	0,07	0,08	0,1	0,07	0,09	0,07	0,09
Chrome	0,14	0,36	0,29	0,37	0,33	0,32	0,36
Cuivre	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	1,1
Etain	<0.2 *	<0.2 *	<0.2 *	<0.2 *	<0.2 *	<0.2 *	<0.2 *
Fer	38	54	51	81	61	66	94
Manganèse	2,5	5,7	10	7,9	6,8	2,7	4,8
Mercure	<0.005 *	0,007	0,008	<0.005 *	0,009	0,009	<0.005 *
Nickel	0,2	0,2	<0.1 *	0,2	0,2	0,2	0,3
Plomb	0,09	0,17	0,39	0,37	0,23	0,18	0,28
Zinc	19	27	44	29	24	24	25

Tableau 24. Concentrations métalliques dans les moules en poids sec en 2018 classé selon les seuils RINBIO 2009

Selon les seuils définis par le RINBIO en 2009 (Ifremer), les moules prélevées dans la zone d'étude en 2018 présentent des concentrations relativement faibles en métaux. Contrairement aux mesures effectuées sur les sédiments, celles faites sur les moules ne montrent pas de contamination au droit du rejet.

3.4.3.2 Comparaison avec les suivis précédents

Les concentrations en métaux traces dans les échantillons de moules prélevés depuis 2010 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le code couleur correspondant aux seuils RINBIO 2009 y est appliqué.

Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône					MV3					MV2				
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2010	2012	2014	2016	2018	2010	2012	2014	2016	2018
Aluminium	11	11	525	86,3	48	24	12	240	65,4	63	16	15	176	61,3	61
Arsenic	9	1,9	7,6	10,4	2,4	2,2	2,3	8,7	10,3	2,6	12	1,9	8	10,9	3,1
Cadmium	1,4	0,06	0,24	0,38	0,07	0,21	0,05	0,22	0,27	0,08	0,28	<0,05	0,18	0,24	0,1
Chrome	0,81	<0,5	1,05	<1	0,14	4,1	<0,5	0,79	<1	0,36	2,2	<0,5	0,88	<1	0,29
Cuivre	1,6	1,1	4,5	4,4	0,9	3,3	0,92	3,9	3,7	0,8	3,5	0,82	3,6	3,7	0,9
Etain	<0,1	<0,5	-	<1	<0.2 *	<0,1	<0,5	-	<1	<0.2 *	0,24	<0,5	-	<1	<0.2 *
Fer	1,2	38	400	253	38	3,7	36	240	181	54	5,4	47	220	180	51
Manganèse	<0,5	3,1	11	12,6	2,5	<0,5	2,7	8,1	13,5	5,7	<0,5	2,8	9,3	21,6	10
Mercure	0,046	0,01	0,05	0,05	<0.005 *	0,048	<0,01	0,04	0,04	0,007	0,06	<0,01	0,05	0,04	0,008
Nickel	1	<0,5	1,03	<1	0,2	1,3	<0,5	0,96	<1	0,2	1,7	<0,5	0,96	<1	<0.1 *
Plomb	0,47	<0,5	0,67	<1	0,09	0,96	0,58	0,63	<1	0,17	3,6	1,7	1,13	2,25	0,39
Zinc	1,7	19	100	97,7	19	5	35	130	120	27	8,5	57	140	163	44



Métaux (mg/kg de MS)	MV1					MV4					MV Ref Arcélor					MV Ref Sud				
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2010	2012	2014	2016	2018	2010	2012	2014	2016	2018	2010	2012	2014	2016	2018
Aluminium	760	12	358	76,3	88	15	3,2	118	72,9	79	31	13	183	81,8	75	3800	22	266	109	120
Arsenic	15	2	8,8	10,3	2,6	10	2,5	8,3	10	2,3	12	2,5	9	11	2,5	15	2,6	8	10,8	3,1
Cadmium	0,28	<0,05	0,24	0,21	0,07	0,21	0,05	0,18	0,27	0,09	0,24	0,08	0,26	0,25	0,07	0,5	0,1	0,22	0,36	0,09
Chrome	18	<0,5	1,46	1	0,37	1,1	<0,5	0,94	<1	0,33	1,4	<0,5	0,75	1,12	0,32	19	<0,5	0,87	1,12	0,36
Cuivre	7,8	0,99	5	4,2	0,9	3,4	0,72	2,9	3,7	0,8	3,1	0,8	3,6	3,9	0,7	6,5	0,89	2,8	4	1,1
Etain	0,14	<0,5	-	<1	<0.2 *	<0,1	<0,5	-	<1	<0.2 *	<0,1	<0,5	-	<1	<0.2 *	0,1	<0,5	-	<1	<0.2 *
Fer	720	62	340	223	81	2,5	20	150	181	61	4,9	57	260	210	66	5600	73	280	301	94
Manganèse	40,9	6,4	11	12,5	7,9	<0,5	2,2	6,7	13,5	6,8	<0,5	2,7	8,1	10,5	2,7	109	3,1	8,2	12,6	4,8
Mercure	0,045	<0,01	0,06	0,04	<0.005 *	0,047	0,01	0,04	0,04	0,009	0,062	0,01	0,07	0,06	0,009	0,072	0,01	0,05	0,05	<0.005 *
Nickel	3,1	<0,5	1,39	1,06	0,2	1	<0,5	0,55	<1	0,2	1,6	<0,5	0,89	<1	0,2	13	<0,5	0,72	<1	0,3
Plomb	1,4	1,7	3,09	3	0,37	0,98	0,85	0,52	<1	0,23	0,91	<0,5	1	<1	0,18	3	0,53	1,23	1,68	0,28
Zinc	150	45	160	164	29	5	48	98	120	24	4,9	33	150	132	24	120	48	130	118	25

Tableau 25. Concentrations métalliques dans les moules de 2010 à 2018

3.4.3.2.1. Aluminium

En 2018, les concentrations sont très proches des valeurs de 2016 sur l'ensemble des stations. Les valeurs sont très proches les unes des autres sur toute la zone d'étude. Les stations présentant les valeurs les plus élevées sont MV Ref Sud (120 mg/kg de MS) et MV1 (88 mg/kg de MS).

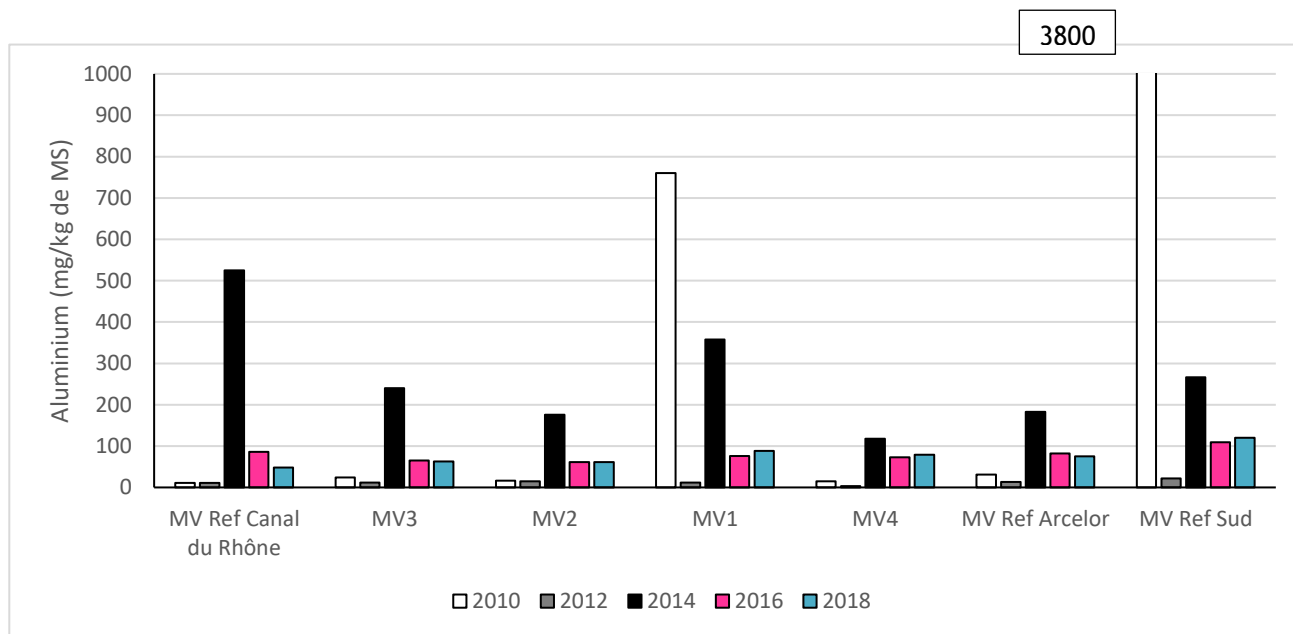


Figure 62. Concentration en aluminium dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

Les concentrations en aluminium mesurées dans les moules prélevées en sortie de rejet ne sont pas significativement différentes de celles mesurées au niveau des autres stations de la darse. Le rejet n'a pas d'effet significatif en 2018 sur la contamination en aluminium des moules.

3.4.3.2.2. Arsenic

Les concentrations en Arsenic ont largement augmenté entre 2012 et 2014. En 2016, une augmentation était également mesurée sur l'ensemble des stations. En 2018 c'est au contraire une forte diminution qui est constatée sur toutes les stations.

Les concentrations mesurées sont relativement équivalentes et sont comprises entre 2,4 et 3,1 mg/kg de MS.

Toutes les valeurs sont inférieures au niveau de base RINBIO 2009.

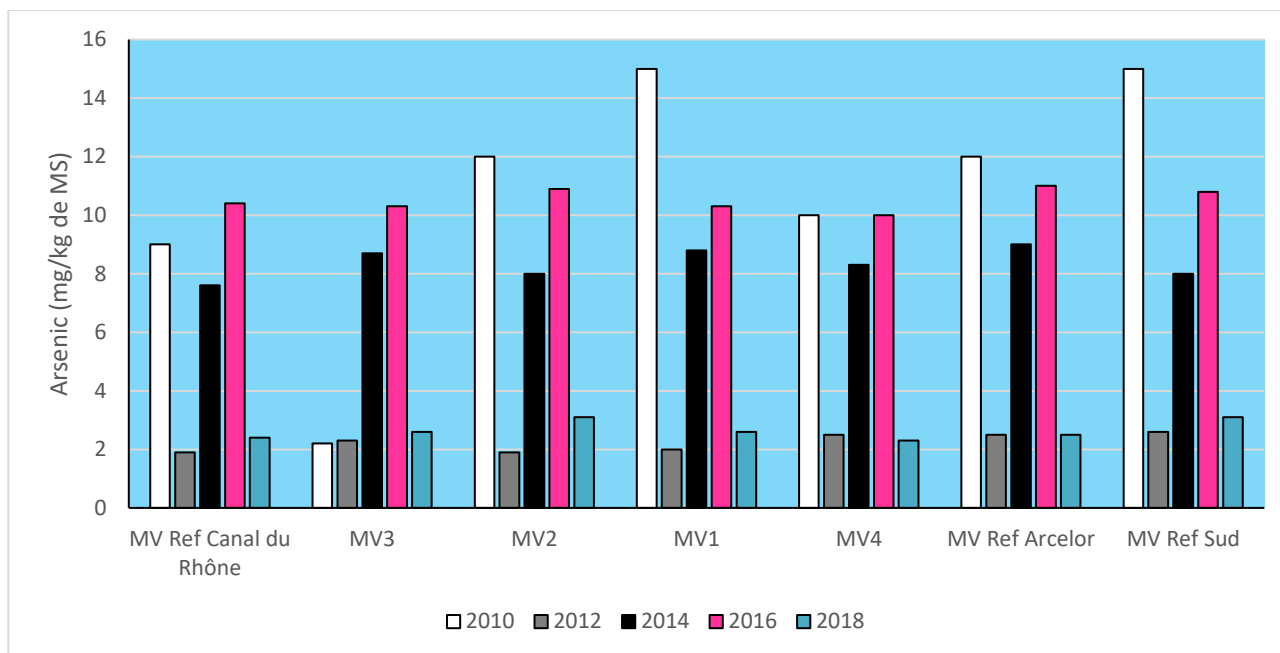


Figure 63. Concentration en arsenic dans les moules de 2010 à 2018 (Safège, In Vivo, setec)

Les concentrations d'arsenic dans les moules ont diminué sur l'ensemble des stations entre 2016 et 2018, elles sont inférieures au seuil le plus bas du référentiel RINBIO de 2009.

Les stations MV1 et MV2, situées à la sortie du rejet, ne se démarquant pas des autres par des concentrations plus élevées. Le rejet ASCO INDUSTRIE ne doit pas être la seule source potentielle de la contamination en arsenic.

3.4.3.2.3. Cadmium

Les concentrations en cadmium mesurées dans les moules en 2018 sont comprises entre **0,07 et 0,10 mg/kg de MS**. Elles ont diminué sur toutes les stations et les valeurs sont proches les unes des autres. Elles sont du même ordre que les valeurs du suivi de 2012.

Toutes les valeurs sont inférieures au niveau de base RINBIO 2009.

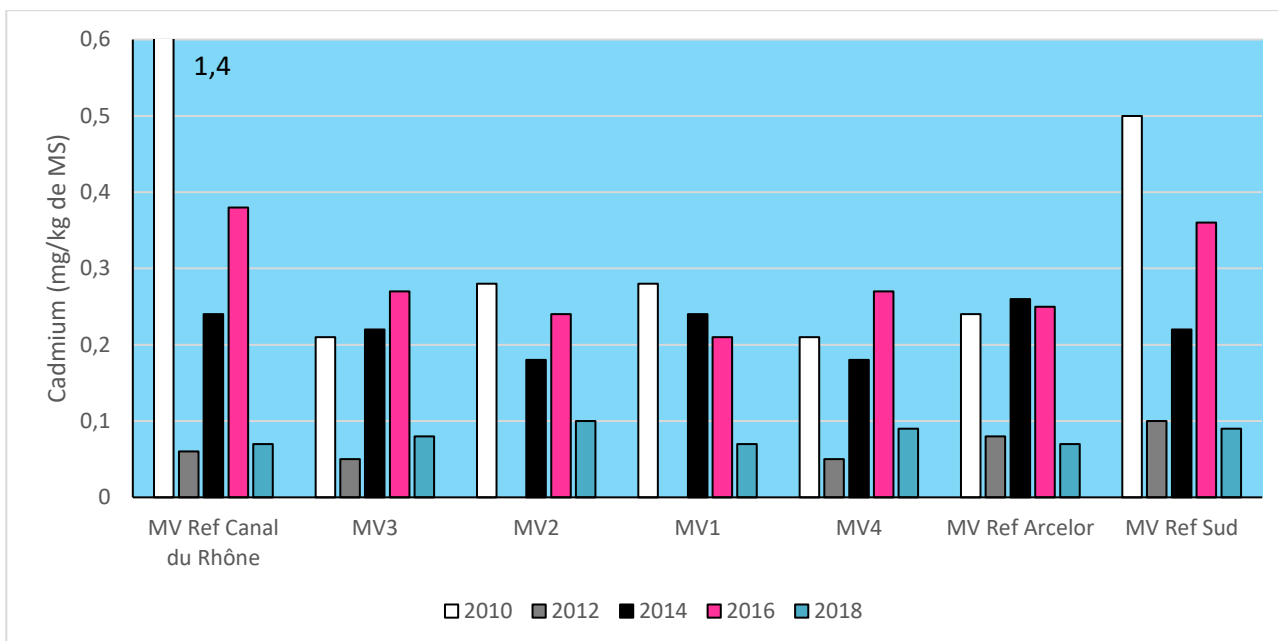


Figure 64. Concentration en cadmium dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

Les valeurs de cadmium mesurées en 2018 sont relativement faibles.

Une forte diminution est à noter avec les valeurs de 2016. Cependant, les mesures effectuées sur les sédiments montrent la présence de cet élément en concentration plus élevée en sortie de rejet notamment en station SB1.

Dans ce contexte, l'influence du rejet sur la contamination en cadmium des moules ne semble pas significative, c'est-à-dire en termes de pollution lente et diffuse. L'ensemble de la zone d'étude apparaît contaminé à des niveaux relativement équivalents.

3.4.3.2.4. Chrome

En 2012, les concentrations en Chrome étaient toutes inférieures à la limite de quantification <0,5 mg/kg de MS. Les valeurs mesurées en 2014 étaient plus élevées sur toutes les stations et comportant une valeur maximale au droit du rejet (station MV1). En 2016, trois stations présentaient des niveaux de concentration en chrome supérieurs à la limite de quantification : MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud.

En 2018, le chrome a été détecté sur toutes les stations mais en concentrations plus faibles que les années précédentes.

Leurs contaminations sont définies comme des niveau de base selon la grille de lecture du RINBIO 2009.

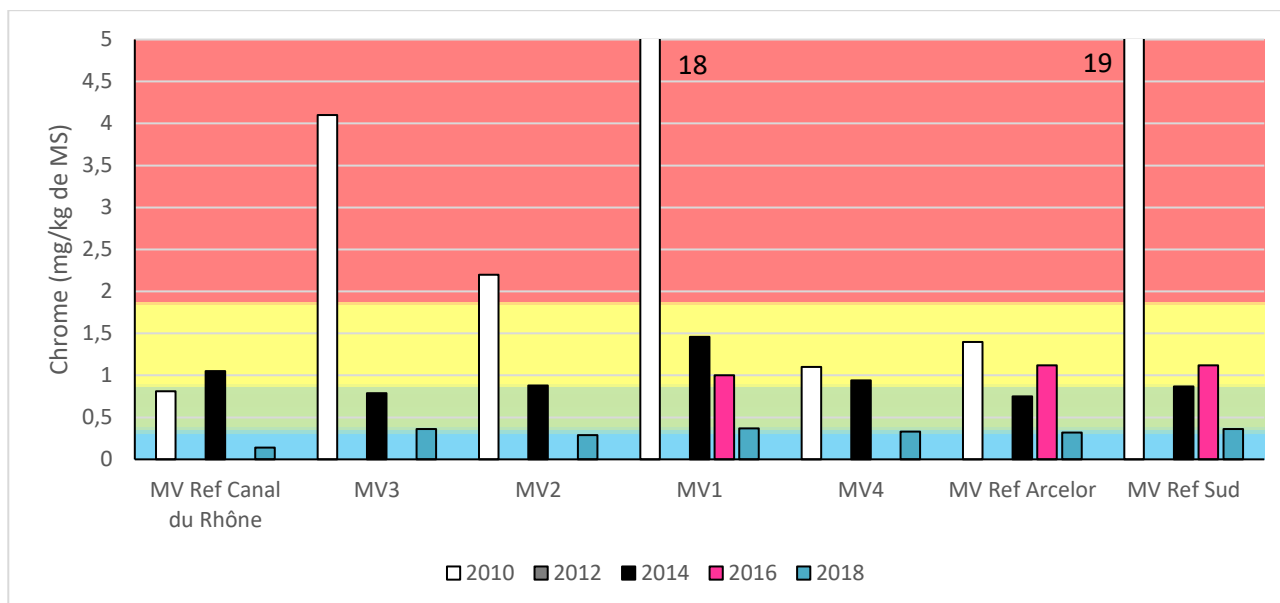


Figure 65. Concentration en chrome dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

Les moules présentant une concentration en chrome décelable par les analyses sont situées au niveau de toutes les stations. Les rejets et la proximité du golfe de Fos peuvent expliquer les résultats obtenus en 2018, mais le niveau de contamination des moules récoltées en sortie de rejet a diminué entre 2014 et 2018.

Les analyses menées sur les sédiments indiquent cependant une contamination en chrome au droit du rejet.

Comme pour les éléments précédents, les concentrations différentes retrouvées dans le sédiment et les moules peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des bio-indicateurs et mettent en évidence des pollutions plutôt chroniques ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode ponctuel de pollution.

3.4.3.2.5. Cuivre

Les concentrations en Cuivre mesurées en 2018 sont relativement équivalentes aux valeurs de 2012, et bien inférieures aux valeurs de 2016.

Les concentrations sont comprises entre 0,7 et 1,1 mg/kg de MS. Ces valeurs sont inférieures au niveau de contamination de « base » selon le référentiel RINBIO de 2009.

La contamination des moules en cuivre a diminué entre 2016 et 2018.

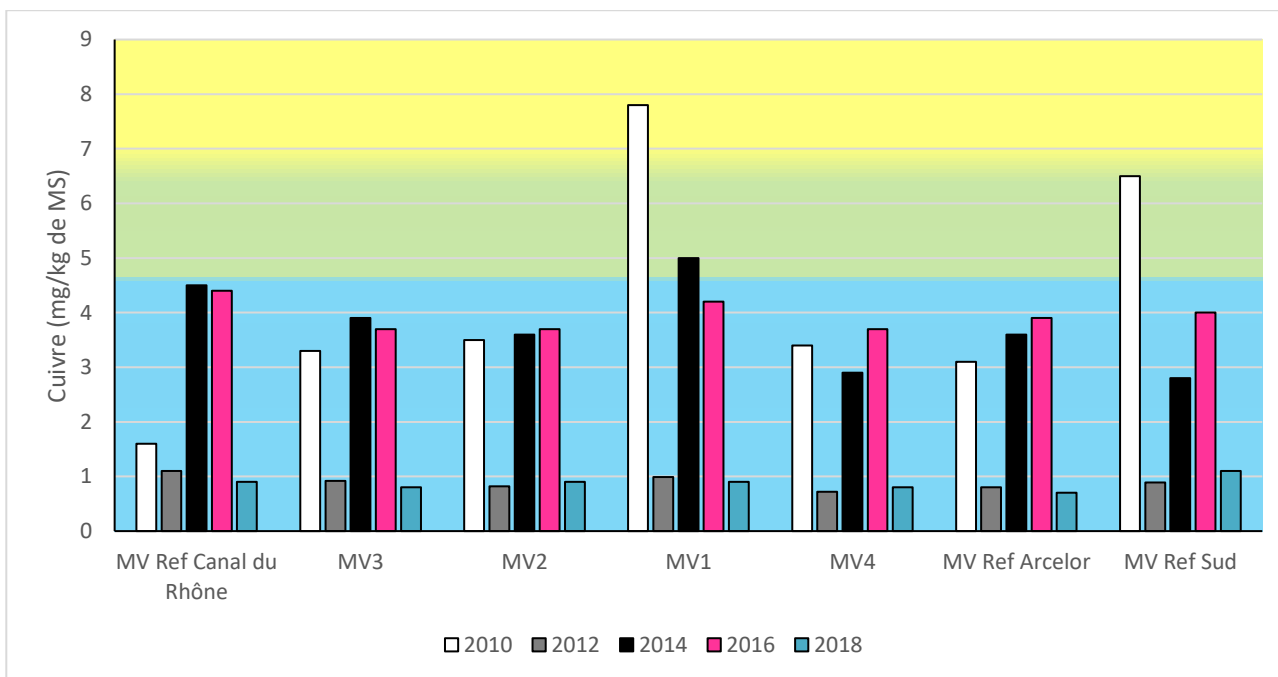


Figure 66. Concentration en cuivre dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

La concentration mesurée en MV Ref Sud se distingue légèrement des autres stations. Cependant, les écarts sont faibles indiquant une contamination généralisée de la zone d'étude. Les niveaux de concentration sont faibles au regard des critères de l'Ifremer de 2009.

3.4.3.2.6. Étain

Les concentrations en Etain sont toutes inférieures à la limite de quantification depuis 2012 (<0,2 mg/kg de MS).

3.4.3.2.7. Fer

Les concentrations en Fer mesurées en 2018 sont plutôt faibles et quasi équivalentes à celles relevées en 2012. Elles se répartissent entre **38 mg/kg de MS** au point MV Ref Canal du Rhône, et **94 mg/kg de MS** au point MV Ref Sud. Une concentration légèrement plus importante est mesurée en 2018 que sur les autres stations, comme en 2016, au droit du rejet (MV1, **81 mg/kg de MS**).

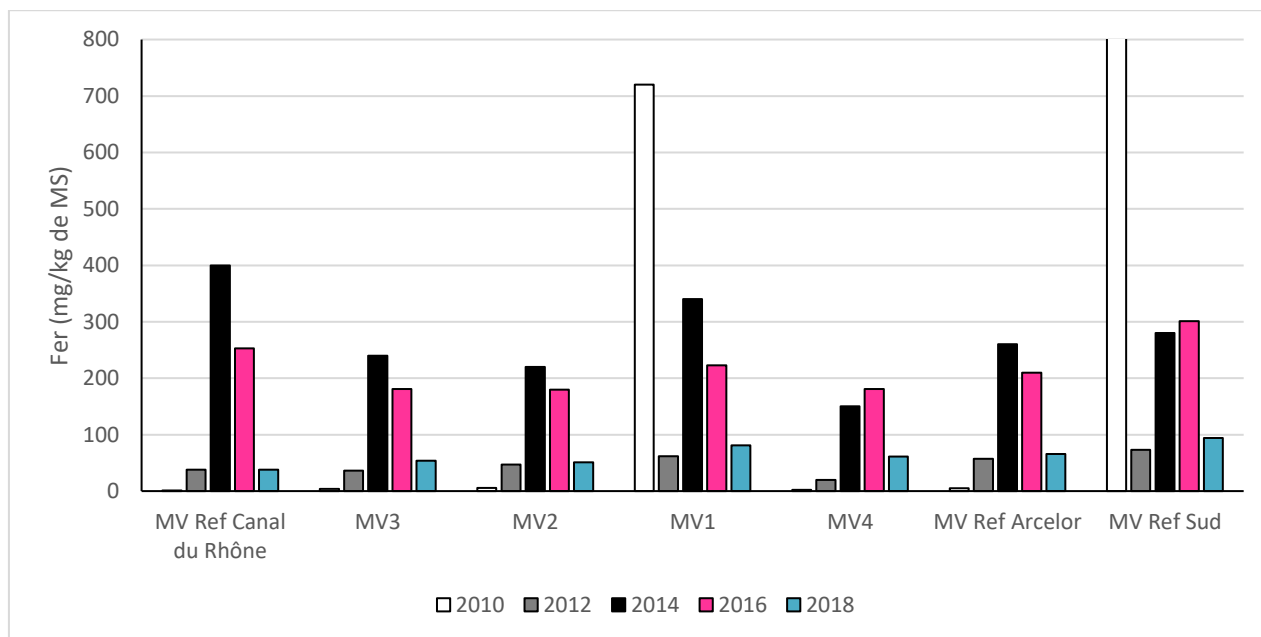


Figure 67. Concentration en fer dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

En 2018, la contamination en fer est légèrement marquée à la sortie du rejet. Néanmoins, la contamination en fer des moules de la darse est globalement équivalente sur l'ensemble des stations et est beaucoup plus faible que l'année 2016.

3.4.3.2.8. Manganèse

Les concentrations en manganèse mesurées étaient en augmentation constante depuis 2012. Les relevés effectués en 2018 montrent une nette baisse au niveau des stations. Les valeurs varient entre **2,5 mg/kg de MS** (station MV Ref Canal du Rhône°) et **10 mg/kg de MS** en station MV2 située au droit du rejet. Les moules récoltées au niveau de cette station présentaient d'ailleurs en 2016 les concentrations en manganèse les plus élevées depuis 2012 avec **21,6 mg/kg de MS**.

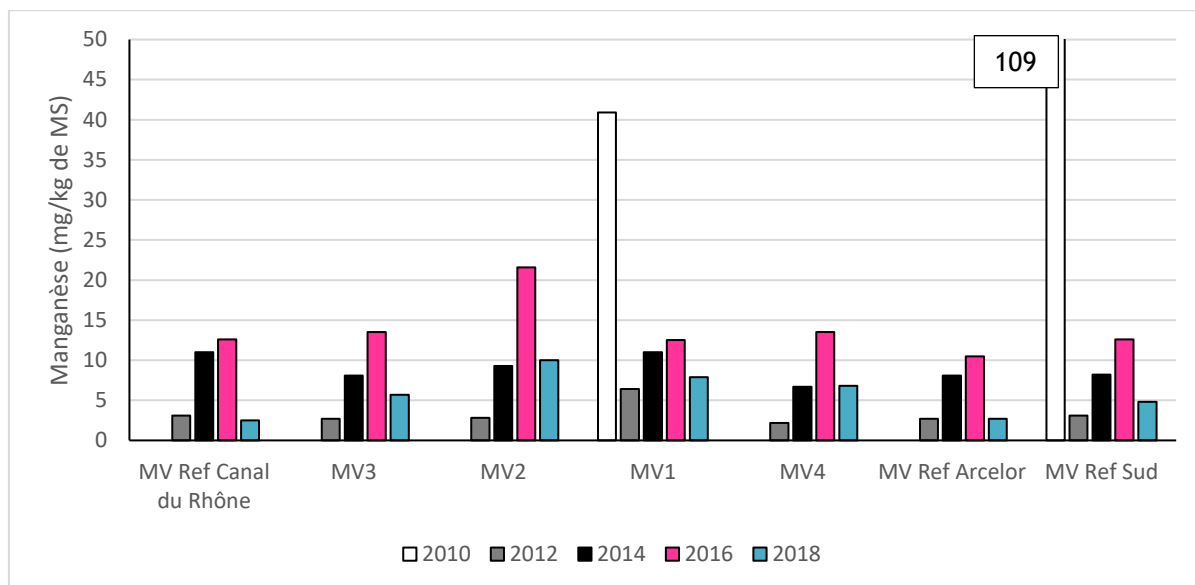


Figure 68. Concentration en manganèse dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

Les concentrations en manganèse mesurées dans les moules en 2018 sont toutes inférieures aux valeurs mesurées en 2016. La valeur maximale est relevée au niveau de la station MV2 en sortie de rejet. Cette concentration se détache légèrement des autres stations indiquant ainsi une possible contribution du rejet à la contamination en manganèse du milieu. Cette élévation de la contamination en manganèse est légèrement perceptible au niveau sédimentaire.

3.4.3.2.9. Mercur

Les concentrations en Mercure mesurées en 2018 sont équivalentes aux valeurs relevées en 2012. Lors du suivi de 2012, elles étaient toutes inférieures ou égales à la limite de quantification <0,10 mg/kg de MS.

Les niveaux de contamination mesurés en 2018 sont également relativement proches de la limite de quantification (0,005 mg/kg de MS en 2018) et les valeurs varient entre 0,007 et 0,009 mg/kg de MS.

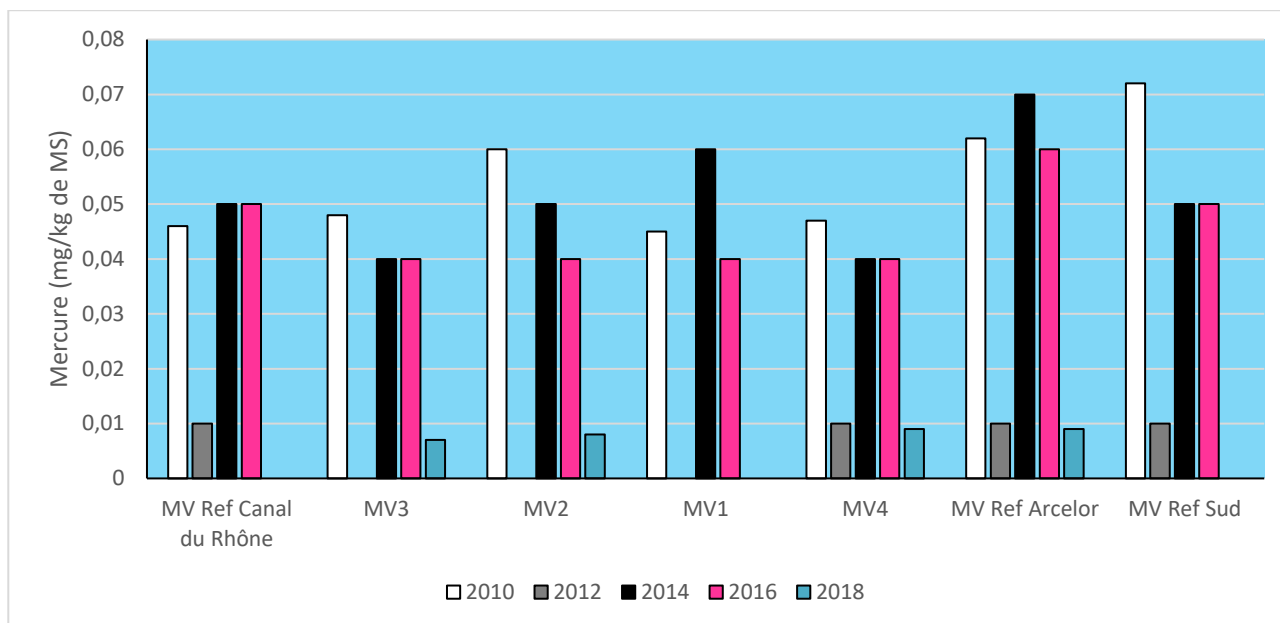


Figure 69. Concentration en mercure dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

Les valeurs mesurées dans la darse restent proches les unes des autres et correspondent au niveau de base défini par le RINBIO en 2009.

Les résultats obtenus en 2018 sont inférieurs au niveau de base du RINBIO 2009. Aucune contamination en mercure liée au rejet n'est observée en 2018 dans les moules.

3.4.3.2.10. Nickel

Les concentrations en Nickel en 2012 étaient toutes inférieures à la limite de quantification <0,5 mg/kg de MS.

En 2014, les valeurs étaient supérieures à la limite de quantification. Elles étaient relativement équivalentes et atteignent un maximum au droit du rejet, en MV1. En 2016, la seule station dont les moules présentait un niveau de contamination supérieur au seuil de quantification est la station MV1 avec 1,06 mg/kg de MS. En 2018, toutes les stations présentent une valeur au-dessus du seuil excepté la station MV2, mais ces valeurs restent très faibles. Elles varient entre 0,2 et 0,3 mg/kg de MS.

Ces valeurs correspondent à un niveau de base de contamination au regard des seuils RINBIO 2009.

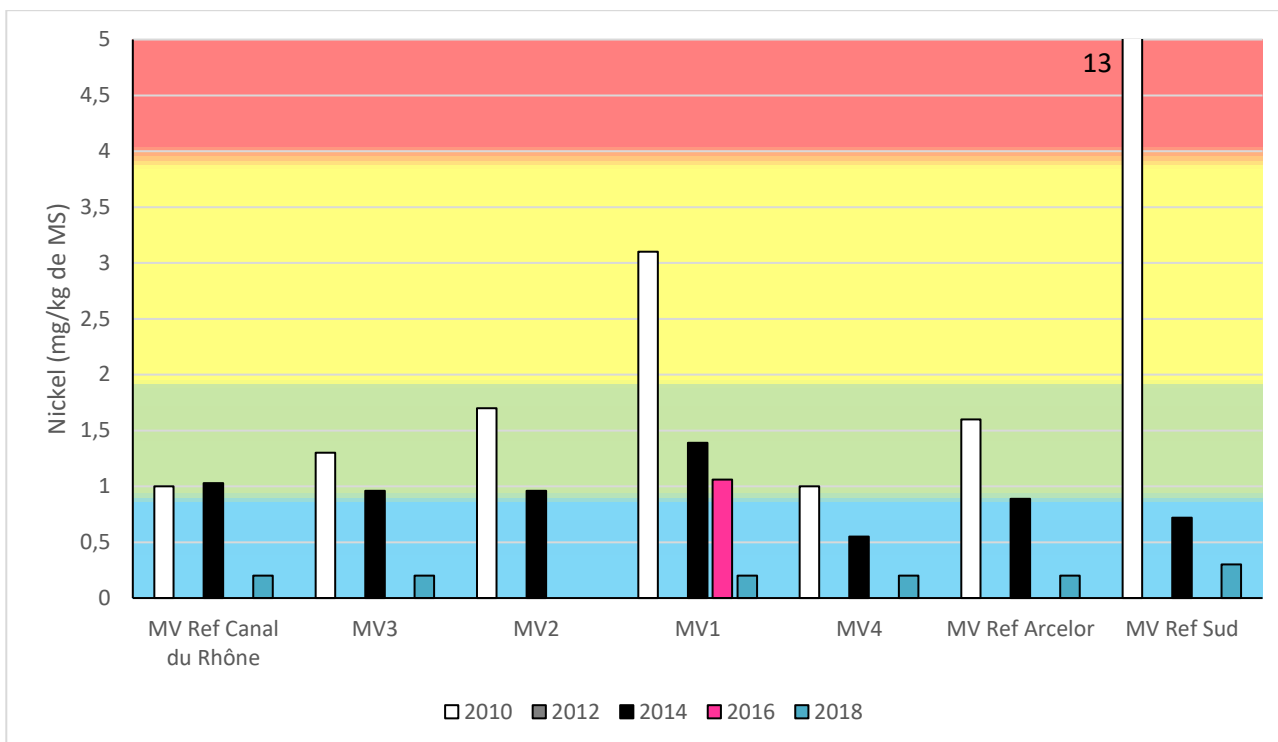


Figure 70. Concentration en nickel dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

La contamination en nickel avait diminué sur l'ensemble de la darse en 2016 par rapport à son niveau de 2014. Les valeurs de 2018, bien que présentes sur toutes les stations (excepté la station MV2) sont très faibles.

Ces concentrations sont au niveau de base selon les seuils définis par Ifremer en 2009. Le rejet n'a pas un impact significatif sur la contamination de la darse aux vues des résultats des analyses de moules (et donc au regard de la bio-accumulation).

3.4.3.2.11. Plomb

Entre 2012 et 2014, les concentrations en Plomb avaient augmenté au niveau des stations MV Ref Canal du Rhône, MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud. Elles avaient au contraire diminué dans les moules prélevées au niveau des stations MV2 et MV4.

En 2016, trois stations présentaient des concentrations en plomb décelables par les analyses : MV2, MV1 et MV Ref Sud. Une forte augmentation était observée au niveau de la station MV2 entre 2014 et 2016.

En 2018 les concentrations ont été détectées sur toutes les stations mais les valeurs sont bien plus faibles que les autres années. Elles varient entre 0,09 (MV Ref Canal du Rhône) et 0,39 mg/kg de MS (MV2).

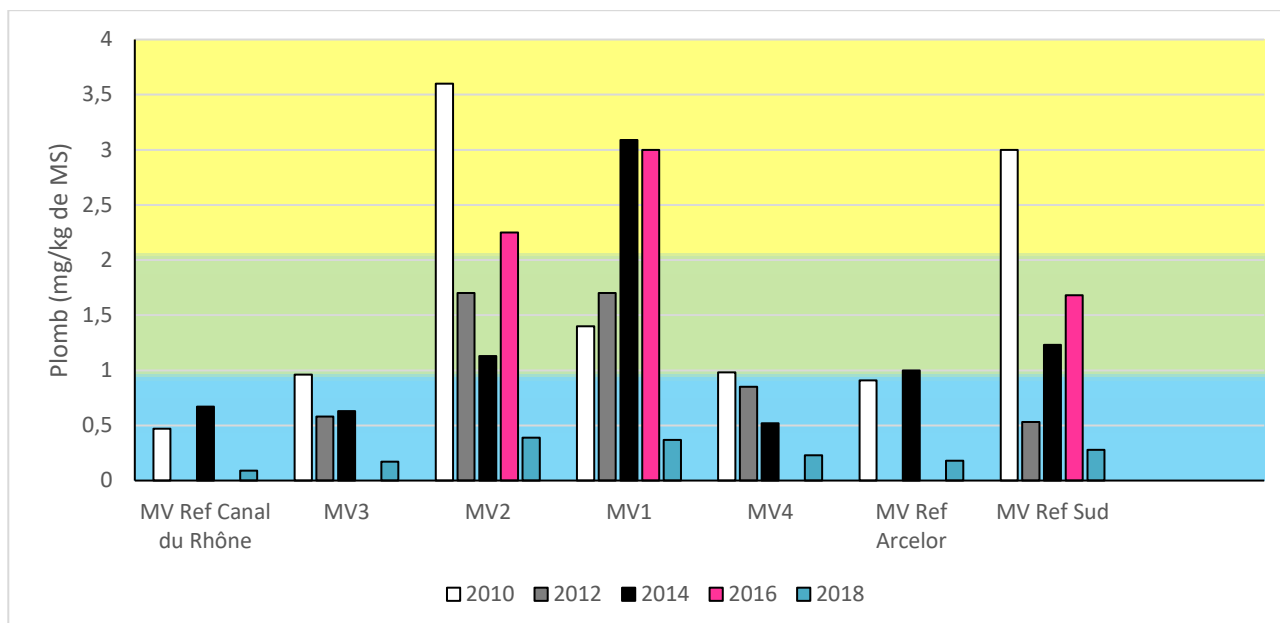


Figure 71. Concentration en plomb dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

Les concentrations mesurées en 2018 au niveau des stations correspondent à un niveau de contamination « de base » selon les seuils RINBIO 2009.

Les concentrations maximales en plomb sont obtenues en sortie de rejet (MV1, MV2). Les valeurs restent cependant très faibles.

La contamination des sédiments en plomb est néanmoins élevée en sortie de rejet depuis 2014. Il est ainsi possible que le rejet contribue de manière significative à la contamination en plomb de la darse en 2018, comme les autres années mais sur une durée plus courte d'où l'absence de bio-accumulation par les moules.

3.4.3.2.12. Zinc

Les concentrations en Zinc avaient augmenté sur l'ensemble des stations de la darse en 2014 par rapport à leurs niveaux de 2012. Les relevés effectués en 2016 indiquaient que ces concentrations avaient augmenté ou étaient maintenues par rapport au dernier suivi.

En 2018, les résultats sont bien moins importants que ceux des années 2014 et 2016.

Les concentrations maximales sont obtenues au droit du rejet, au niveau des stations MV1 et MV2, avec 29 mg/kg de MS (contre 163 mg/kg de MS en 2016) et 44 mg/kg de MS (contre 164 mg/kg de MS en 2016). Ces deux concentrations correspondent à un niveau de contamination de base selon les seuils RINBIO 2009.

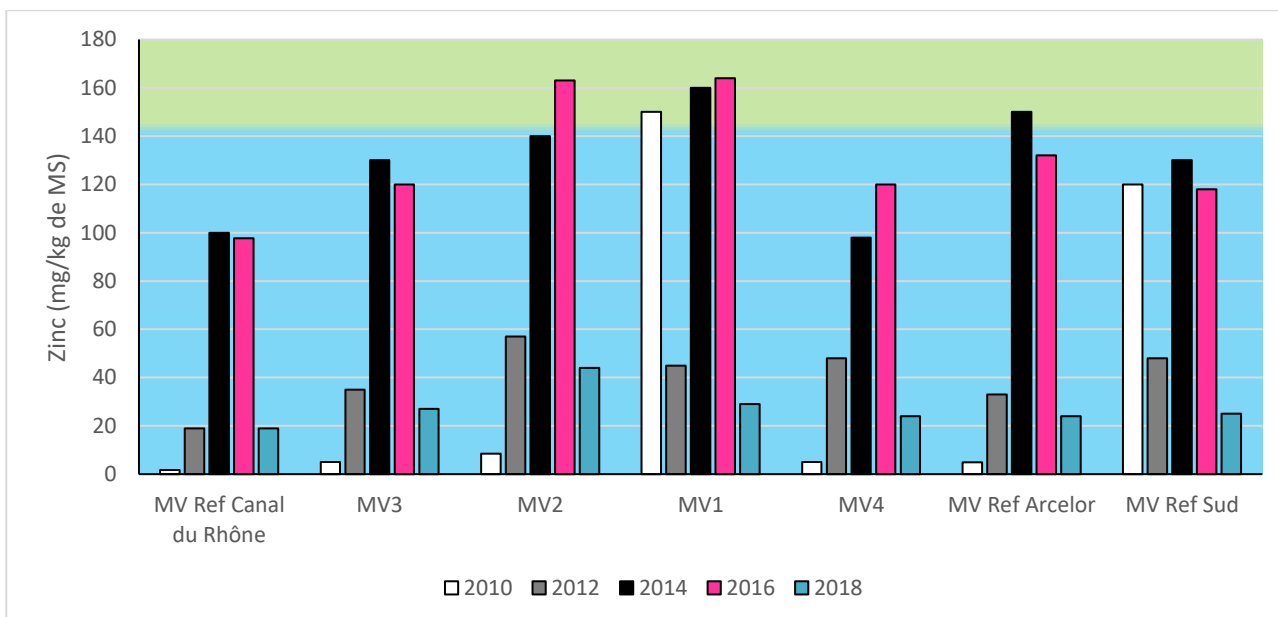


Figure 72. Concentration en zinc dans les moules de 2010 à 2018 (Safege, In Vivo, setec)

La concentration en zinc dans les moules de la darse est relativement équivalente ou inférieure entre les relevés de 2012 pour la plupart des stations de la darse. Ces valeurs sont en forte baisse par rapport à 2016, même sur les stations MV1 et MV2, situées à la sortie du rejet, et présentent les concentrations les plus élevées de la zone d'étude pour le suivi de 2018. Ces données indiquent que le rejet contribue sûrement à la contamination en zinc depuis 2014.



3.4.4 LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) ET HYDROCARBURES TOTAUX

Les concentrations en HAP dans les échantillons de moules prélevés depuis 2012 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Toutes les concentrations mesurées en 2010 étaient inférieures aux limites de quantification.

HAP (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône				MV3				MV1				MV2				MV4				MV Ref Arcélor				MV Ref Sud			
Année	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018
Naphtalène	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	0,12	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	0,12	<0,1	<1 *
Acénaphthylène	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *
Acénaphthène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *
Fluorène	<0,01	0,022	<0,005	<1 *	<0,01	0,009	<0,005	<1 *	<0,01	0,012	<0,005	<1 *	<0,01	0,009	<0,005	<1 *	<0,01	0,04	<0,005	<1 *	<0,01	0,018	<0,005	<1 *	<0,01	0,028	<0,005	<1 *
Phénanthrène	0,02	0,014	<0,005	<1 *	0,03	0,022	0,014	<1 *	0,03	0,032	<0,005	<1 *	0,02	0,036	<0,005	<1 *	0,02	0,069	0,006	<1 *	0,02	0,04	<0,005	<1 *	0,02	0,049	<0,005	<1 *
Anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *
Fluoranthène	<0,01	0,011	<0,005	<1 *	0,02	0,006	0,017	<1 *	0,02	0,009	<0,005	<1 *	0,02	0,015	<0,005	<1 *	0,02	0,029	<0,005	<1 *	0,02	0,009	<0,005	<1 *	0,02	0,017	<0,005	<1 *
Pyrène	<0,01	0,013	<0,005	<0,5 *	0,02	0,009	0,018	<0,5 *	0,02	0,013	<0,005	0,5	0,02	0,015	<0,005	<0,5 *	0,02	0,036	<0,005	<0,5 *	0,02	0,012	<0,005	1	<0,01	0,022	<0,005	<0,5 *
Benzo(a)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	0,006	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *
Chrysène	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	0,008	<0,5 *	0,02	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	0,02	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *
Benzo(b)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	0,009	0,5	<0,01	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,005	<0,005	0,6
Benzo(k)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,005	<0,005	0,7	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	0,7	<0,01	<0,005	<0,005	1,7	<0,01	<0,005	<0,005	0,8
Benzo(a)pyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	0,8	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *
Indénopyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *
Benzo(ghi)peryène	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *	<0,01	<0,005	<0,005	<0,5 *
Somme des 16 HAP	0,02	-	-	<1 *	0,07	-	-	<1 *	0,09	-	-	<1 *	0,06	-	-	<1 *	0,06	-	-	<1 *	0,08	-	-	<1 *	0,04	-	-	<1 *
Indice Hydrocarbure	-	<100	<100	Non calculé	-	<100	<100	1	-	224	<100	1,7	-	<100	<100	Non calculé	-	<100	<100	0,7	-	<100	<100	5,2	-	<100	<100	2

Tableau 26. Concentrations en hydrocarbures mesurées dans les moules depuis 2012

En 2016, seule la station MV1 présentait des valeurs de concentration en HAP significatives et situées au-dessus de la limite de quantification. Parmi les congénères analysés, plusieurs avaient vu leur concentration augmenter au niveau de cette station par rapport à 2014. Il s'agissait du fluoranthène, du pyrène, et dans une moindre mesure du Benzo(a)anthracène, du chrysène et du benzo(b)fluoranthène.

En quantité, le pyrène était l'élément le plus représenté au niveau de la station MV3 en 2016.

En 2018, la station présentant la valeur la plus élevée de HAP (totaux) est la station MV Ref Arcelor avec **5,2 mg/kg MS**. Les autres stations présentent des valeurs très faibles. Parmi les congénères analysés, plusieurs ont vu leur concentration légèrement augmenter sur à peu près toutes les stations notamment le benzo(b)fluoranthène et le benzo(k)fluoranthène.

D'après l'INERIS, le pyrène est utilisé pour la fabrication de teintures, dans la synthèse de substances utilisées en optique pour leur brillance, et comme additif dans les huiles d'isolation électrique. Le pyrène est également présent dans les combustibles fossiles. Il est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion incomplète de charbon et de produits pétroliers : huile, essence, fioul. Le pyrène est aussi présent dans le goudron des revêtements routiers. La production d'aluminium, de fer et d'acier, les fonderies, la combustion de déchets et la fumée de tabac constituent également des sources d'exposition de l'environnement au pyrène.

La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les moules a encore baissé en 2018 sur la plupart des stations. Seule la station MV Ref Arcelor présente quelques légères augmentations pour certains congénères par rapport à 2016. Les éléments mesurés proviennent des goudrons et d'une mauvaise combustion des hydrocarbures. Toutefois, l'INERIS identifie l'activité sidérurgique comme une source potentielle d'apport de ces HAP à l'environnement.

3.4.5 LES POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB)

Le suivi 2012 montrait des concentrations en PCB inférieures ou proches de la limite de quantification (**10 µg/kg de MS**) pour la plupart des éléments. En 2014, les limites de quantification ont été abaissées à **5 µg/kg de MS**. Les concentrations en PCB dans les moules prélevées en 2010 étaient inférieures ou proches de la limite de quantification (**1 µg/kg de MS**).



PCB (µg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône				MV3				MV2				MV1				MV4				MV Ref Arcelor				MV Ref Sud			
Année	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018	2012	2014	2016	2018
PCB 28	<10	<5	<5	<0,328	<10	<5	<5	<0,305	<10	<5	<5	<0,330	<10	<5	<5	<0,315	<10	<5	<5	<0,310	<10	<5	<5	<0,287	<10	<5	<5	<0,301
PCB 52	<10	<5	<5	0,41	<10	<5	<5	<0,305	<10	<5	<5	<0,330	<10	<5	<5	<0,315	<10	<5	<5	<0,310	<10	<5	<5	<0,287	<10	<5	<5	<0,301
PCB 101	<10	11	<5	1,82	<10	12	6	1,41	<10	17	5	1,53	<10	16	5	1,62	<10	14	6	1,24	<10	11	<5	1,11	<10	9	<5	0,948
PCB 118	<10	6	<5	0,908	<10	5	<5	0,604	<10	8	<5	0,749	<10	9	<5	0,778	<10	6	<5	0,614	<10	6	<5	0,65	<10	<5	<5	0,409
PCB 138	20	23	11	3,74	20	16	14	2,99	20	38	12	3,58	20	39	13	3,58	20	30	14	2,85	20	28	11	3,31	20	22	10	1,81
PCB 153	30	23	18	7,17	30	43	26	6,08	30	59	21	6,76	30	66	21	6,6	30	30	25	5,41	20	28	18	5,75	20	22	16	3,75
PCB 180	<10	<5	<5	0,863	<10	5	<5	0,504	<10	9	<5	0,64	<10	10	<5	0,738	<10	7	<5	0,541	<10	6	<5	0,76	<10	<5	<5	0,366
Somme 7 PCB	50	82	29	14,9	50	81	46	11,6	50	130	38	13,3	50	139	36	13,3	50	109	46	10,7	40	96	29	11,6	40	64	26	7,28

Tableau 27. Concentration en polychlorobipényles (PCB) dans les moules de 2012 à 2018

En 2018 comme pour les suivis précédents, les PCBs majoritaires étaient les congénères 138 et 153. Cependant, l'ensemble des concentrations en PCB des moules prélevées dans la darse a significativement diminué entre 2014 et 2018.

Ainsi, la somme des concentrations des 7 PCB analysés qui atteignait des niveaux très élevés pour l'ensemble des stations en 2014 (RINBIO 2009) atteint le niveau supérieur « faibles » pour la station MV Ref Canal du Rhône, et la limite plutôt haute « de base » pour les autres stations.

Niveau de contamination	Niveaux de base	Niveaux faibles	Niveaux modérés	Niveaux élevés	Niveaux très élevés
Somme des PCBs (µg/kg de MS)	6,7	14,43	22,16	29,9	>29,9

Tableau 28. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour les données RINBIO de 2009 (IFREMER).

Les figures suivantes présentent l'évolution des concentrations des congénères 138 et 153 qui demeurent majoritaires.

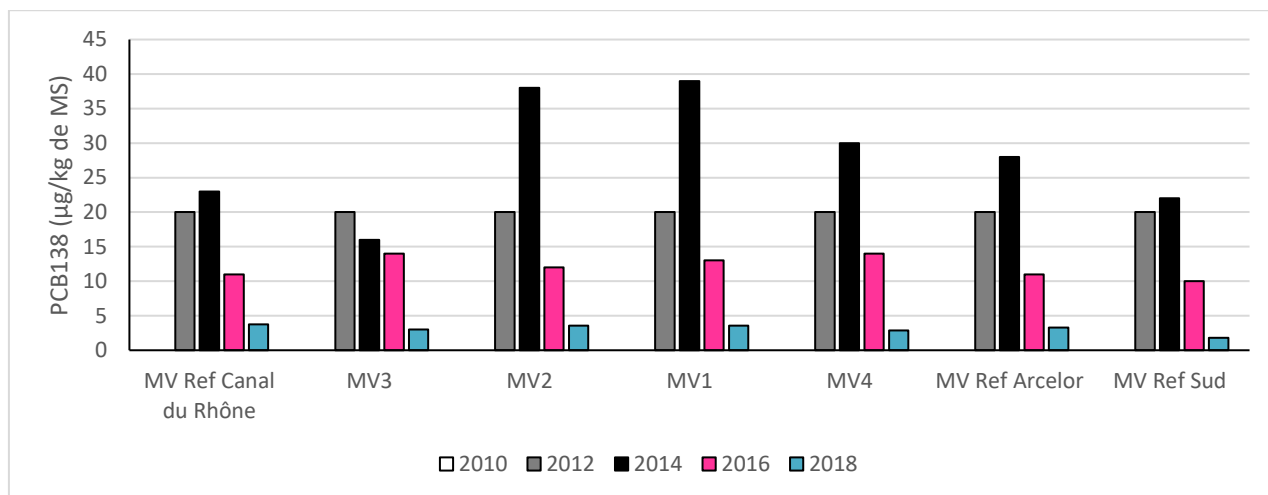


Figure 73. Concentration en PCB 138 dans les moules entre 2010 et 2018

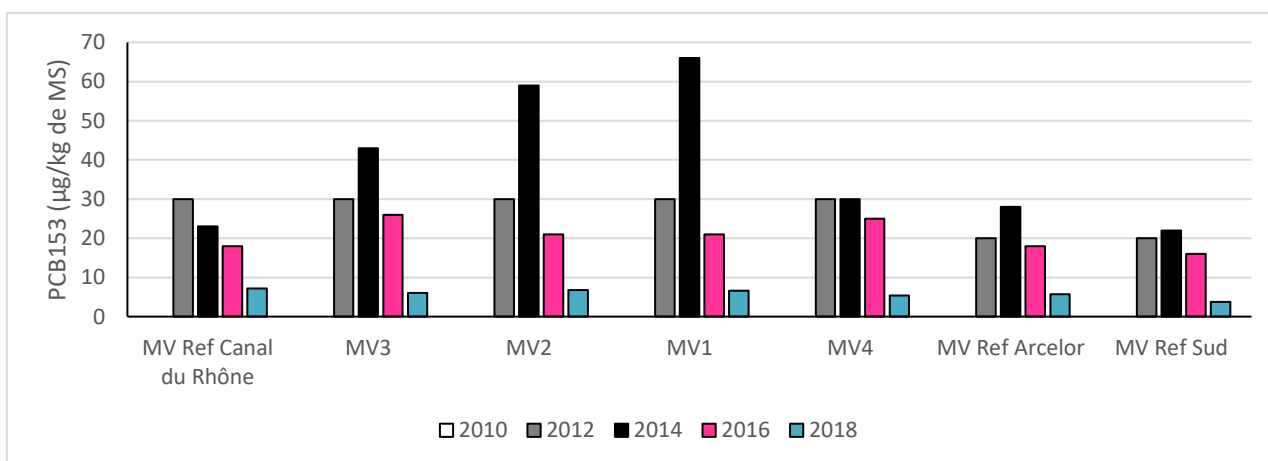


Figure 74. Concentration en PCB 153 dans les moules entre 2010 et 2018

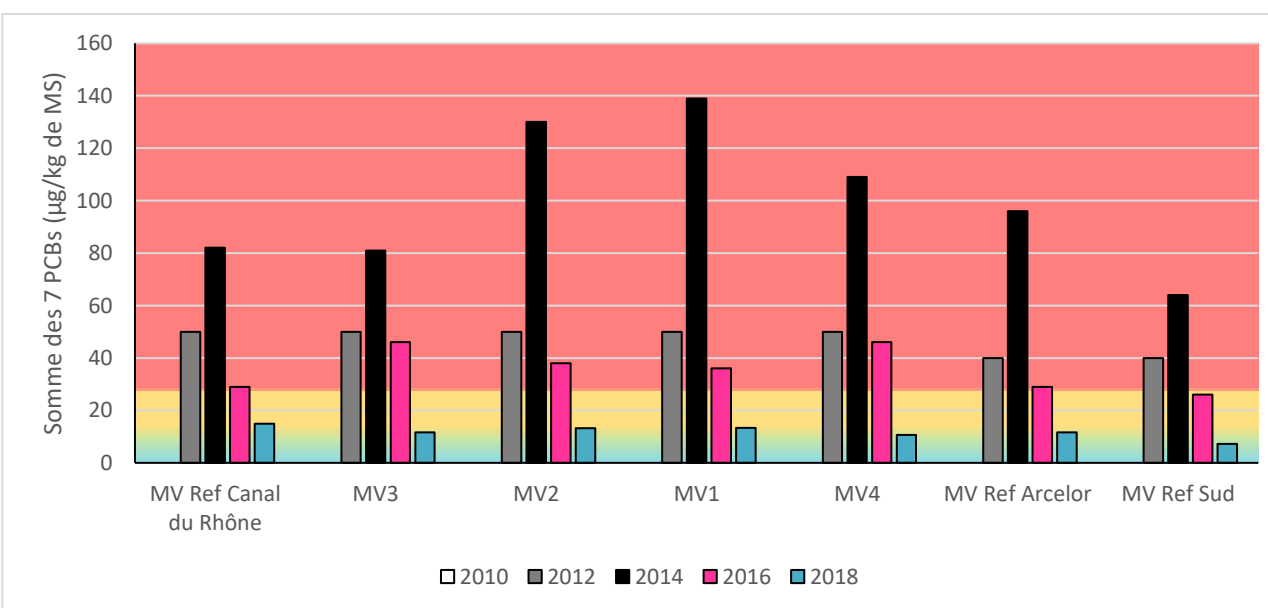


Figure 75. Somme des concentrations en PCB dans les moules en 2012 et 2018



L'ensemble de la contamination en PCB a diminué dans la darse entre 2014 et 2018. Les mesures effectuées au niveau des différentes stations montrent des valeurs plus élevées (bien que faibles) au niveau des stations MV Ref Canal du Rhône, MV1 et MV2. Les stations situées en sortie de rejet (MV1 et MV2) semblent être très légèrement influencées en 2018.

3.4.6 SYNTHÈSE

En 2018, comme en 2016, la quasi-totalité des contaminants métalliques se retrouve dans les moules dans des concentrations peu élevées à faibles, voire très faibles. La contamination par les métaux des moules de la darse a beaucoup diminué entre les deux suivis pour la plupart des stations. Certains éléments sont toutefois présents à des concentrations légèrement plus élevées aux points de prélèvement situés à proximité du rejet (MV1, MV2) et au niveau des stations de référence situées aux extrémités de la zone d'étude (surtout MV Ref Sud).

En 2014, l'impact du rejet était considéré comme faible, mais significatif au droit du rejet, notamment pour le chrome, le cuivre, le fer, le nickel, le plomb et le zinc. Les concentrations élevées mesurées au niveau des stations de référence et, d'une manière générale sur l'ensemble de la darse, indiquaient en revanche l'incidence de plusieurs autres sources de contamination influençant probablement la zone d'étude.

En 2016, l'impact du rejet sur la contamination des moules était également considéré comme faible. La contamination est plus marquée au droit du rejet pour le plomb, le zinc, et le manganèse. Néanmoins, les concentrations se retrouvaient dans le même ordre de grandeur qu'en 2014 et peu d'augmentation marquée était observée. La station MV2 a cependant vu sa contamination en plomb et en manganèse augmenter. Plusieurs contaminants avaient par ailleurs vu leur concentration augmenter sur toutes les stations de la darse. Il s'agissait de l'arsenic, du cadmium et du manganèse.

En 2018, l'impact du rejet sur la contamination des moules était également considéré comme « de base ». Les valeurs de contaminations détectées au sein des échantillons de moules sont en effet moins importantes que les autres années. Les valeurs sont légèrement plus importantes au droit du rejet. Comme pour les éléments précédents, les concentrations différentes retrouvées dans le sédiment et les moules peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des bio-indicateurs et mettent en évidence des pollutions plutôt chroniques ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode ponctuel de pollution.

La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les moules a légèrement augmenté en 2018. La station présentant la valeur la plus élevée de HAP (totaux) est la station MV Ref Arcelor avec 5,2 mg/kg MS. Les autres stations présentent des valeurs très faibles. Parmi les congénères analysés, plusieurs ont vu leur concentration légèrement augmenter sur à peu près toutes les stations notamment le benzo(b)fluoranthène et le benzo(k)fluoranthène.

L'ensemble de la contamination en PCB a diminué dans la darse entre 2014 et 2018. Les mesures effectuées au niveau des différentes stations montrent des valeurs plus élevées (bien que faibles) au niveau des stations MV Ref Canal du Rhône, MV1 et MV2. Les stations situées en sortie de rejet (MV1 et MV2) semblent être très légèrement influencées en 2018.



3.5 SUIVI DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE

3.5.1 COMPOSITION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES POUR L'ANNEE 2018

La présentation des résultats concerne dans une première partie les paramètres généraux des peuplements (richesse, diversité) et dans une seconde partie les analyses basées sur les indices écologiques.

3.5.1.1 Richesse spécifique (S) et Abondance (A)

3.5.1.1.1. Résultats sur les stations étudiées

L'analyse des 21 échantillons biologiques (7 stations à 3 coups de bennes prélevées par station) a permis d'identifier 96, espèces appartenant à 8 groupes zoologiques et de recenser 1655 individus. Les noms, la répartition de l'abondance des espèces sur les stations sont présentés dans le tableau reporté sur les planches ci-après.

Planche 8. Résultats bruts des stations étudiées (RS et abondances) 1/2

Planche 9. Résultats bruts des stations étudiées (RS et abondances) 2/2

Les tableaux ci-dessous présentent la synthèse des résultats pour les richesses spécifiques, les abondances et les densités.

Stations	SRef Arcelor	SRef Canal du Rhône	SRef Sud	B01	B02	B03	B04
Richesse spécifique	50	48	41	45	44	43	37
Abondance (0,3 m ²)	371	226	206	234	239	217	162
Densité (ind/m ²)	1237	753	687	780	797	723	540

Tableau 29 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces par échantillons et le total par station étudiée

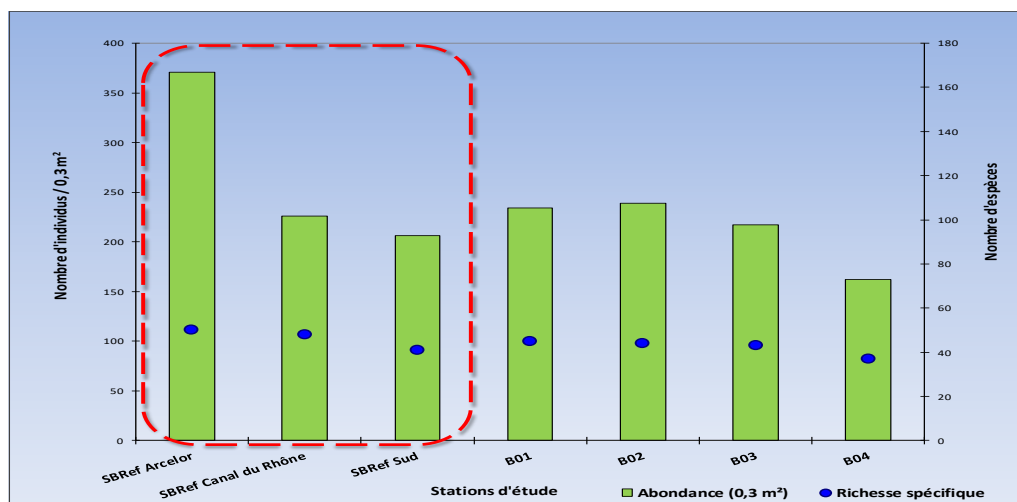


Figure 76. Abondance et richesse spécifique sur les stations étudiées

Stations	SBRef Arcelor	SBRef Canal du Rhône	SBRef Sud	B01	B02	B03	B04
ANNELIDES							
<i>Aonides oxycephala</i>	2	4		11	1	1	
<i>Aphelochaeta marioni</i>	51	6	1	1	9	5	4
<i>Aphrodita aculeata</i>		1					
<i>Aphroditidae ind.</i>	2						
<i>Chaetopteridae</i>	1					3	
<i>Chaetozone gibber</i>	7	3	1	3	1	2	
<i>Chaetozone sp.</i>	12	5		4	12	5	5
<i>Euclymene sp.</i>	3	7		1		3	2
<i>Eunice pennata</i>				2			
<i>Eunice vittata</i>	1	1	1	1	1		1
<i>Glycera alba</i>			1				
<i>Glycera gigantea</i>		1		1		1	
<i>Glycera unicornis</i>	3				1	2	
<i>Goniada maculata</i>				4	1		
<i>Hyalinoecia bilineata</i>		6	3				
<i>Lagis koreni</i>	1	1				1	
<i>Laonice cirrata</i>	5				17	9	4
<i>Leiochone leiopygos</i>			1	1			1
<i>Leonnates glauca</i>	2				1		
<i>Lumbrineridae indéterminés</i>		1					1
<i>Lumbrineris latreilli</i>	4	3	3	2	4	6	5
<i>Magelona sp.</i>		1					
<i>Maldane glebifex</i>	9			2	6	18	
<i>Maldanidae indéterminés</i>		1			1	1	
<i>Malmgreniella marphysae</i>	1						
<i>Mediomastus fragilis</i>	61	65		84	61	28	41
<i>Melinna palmata</i>	1	3	11	4	3	3	
<i>Nematonereis unicornis</i>				1			
<i>Nephtys hombergii</i>	1	1	8		3		4
<i>Notomastus latericeus</i>	1	2		1	1	4	8
<i>Owenia fusiformis</i>		2	15				
<i>Pherusa sp.</i>			1				
<i>Phyllodoce laminosa</i>			1				
<i>Pista cristata</i>	2	1				5	
<i>Polycirrus sp.</i>	1	1					1
<i>Spio sp.</i>		1			1		
<i>Spiophanes bombyx</i>				1			
<i>Sternaspis scutata</i>					1		
<i>Syllidae ind.</i>							1
<i>Terebellidae indéterminés</i>						2	
<i>Terebellides stroemii</i>	2			1	1	5	6
ECHINODERMES							
<i>Amphipholis squamata</i>	1		3		2		1
<i>Amphiura chiajei</i>	30	16	7	10	12	17	1
<i>Echinocardium cordatum</i>		2	3		1	2	1
<i>Leptopentacta elongata</i>	2			1	1		1
<i>Oostergrenia digitata</i>	1	1					
<i>Ophiura ophiura</i>			1				
<i>Thyone sp.</i>	2	3		1	2	1	

Stations	SBSRef Arcelor	SBSRef Canal du Rhône	SBSRef Sud	B01	B02	B03	B04
MOLLUSQUES							
<i>Abra alba</i>	7	7	6	10	8	14	10
<i>Abra sp.</i>	1			1	1		
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	4	3	5	3	3		1
<i>Acteon tornatilis</i>		1		1			
<i>Antalis novemcostata</i>			1	2		1	3
<i>Azorinus chamasolen</i>	2			1			1
<i>Brachystomia sp.</i>			1				
<i>Calliste chione</i>			1				
<i>Cerastoderma glaucum</i>		1	1				
<i>Corbula gibba</i>	51	41	34	34	35	29	29
<i>Cylichna cylindracea</i>			2	1			
<i>Dosinia exoleta</i>						1	
<i>Dosinia lupinus</i>		1	7	1	1		1
<i>Eulima glabra</i>			5		1		1
<i>Euspira pulchella</i>	2	3	8	1	3	1	2
<i>Gari fervensis</i>	1	2					
<i>Gibbomodiolia adriatica</i>				1			
<i>Kurtiella bidentata</i>	29	2	1			2	
<i>Mactra sp.</i>			5				
<i>Musculus costulatus</i>	2			2	1		
<i>Myrtea spinifera</i>	2				4	1	
<i>Nassarius pygmaeus</i>	10	2	19	14	2	10	4
<i>Nassarius reticulatus</i>		1	1				
<i>Nucula nitidosa</i>	2		2	1	1	1	1
<i>Pandora inaequalis</i>		1					
<i>Phaxas pellucidus</i>	1						
<i>Philina aperta</i>	1		1		2	1	
<i>Polititapes aureus</i>	3	5	8	2			1
<i>Pyrgiscus crenatus</i>			1				
<i>Spisula subtruncata</i>		6	26	1			1
<i>Tellina donacina</i>	6	1	4	4	6		1
<i>Thracia phaseolina</i>			1	1		1	
<i>Thyasira flexuosa</i>						1	
<i>Turritella communis</i>	1	1				3	
CRUSTACES							
<i>Ampelisca sarsi</i>		1	3	1		3	1
<i>Amphipoda ind</i>				1		1	
<i>Apseudes latreillii</i>		4		6	3		10
<i>Bathyporeia sp.</i>						1	
<i>Corophium sp.</i>	1		1	1		2	
<i>Diastylis cornuta</i>	1						
<i>Eurydice truncata</i>		1					
<i>Hippomedon denticulatus</i>		1					
<i>Isopoda ind</i>	1				3	1	1
<i>Leptocheirus pectinatus</i>	3	1			3	17	3
CNIDAIRES							
<i>Veretillum cynomorium</i>	1		1		2	1	
SIPUNCULIDES							
<i>Golfingia sp.</i>		1		1	2		
DIVERS							
<i>Ascidie sp1.</i>	30			6	13		2
<i>Nemertea</i>					1	1	1

En 2018, les résultats des richesses spécifiques ne varient pas beaucoup d'une station à l'autre qu'elle soit de référence ou proche du rejet.

Ce sont les deux stations de référence Arcelor et Canal du Rhône qui présentent les plus fortes diversités allant de 48 à 50 espèces. Les autres stations présentent des richesses spécifiques légèrement plus faibles avec un minimum de 37 espèces pour la station SB4.

La richesse spécifique est comprise entre 37 (Station B04) et 50 espèces (Station Ref Arcelor). Les abondances sur les stations varient entre 162 (Station B04) et 371 individus/0.3 m² (Station SB Ref Arcelor).

	Moyenne	Ecartype (±)	Min	Max
Richesse spécifique	44	4	37	50
Abondance (0,3 m²)	236	65	162	371
Densité (ind/m²)	788	215	540	1237

Figure 77 : Moyennes, Ecartypes, valeurs minimales et maximales de la richesse spécifique, de l'abondance et de la densité des stations étudiées

La richesse spécifique moyenne est de 44 (±4) espèces pour le site d'étude. L'abondance moyenne est de 236 (±65) individus/0.3 m².

La densité moyenne est donc de 788 (±215) individus/m², et a atteint au maximum 1237 individus/m² sur la station de référence SB Ref Arcelor.

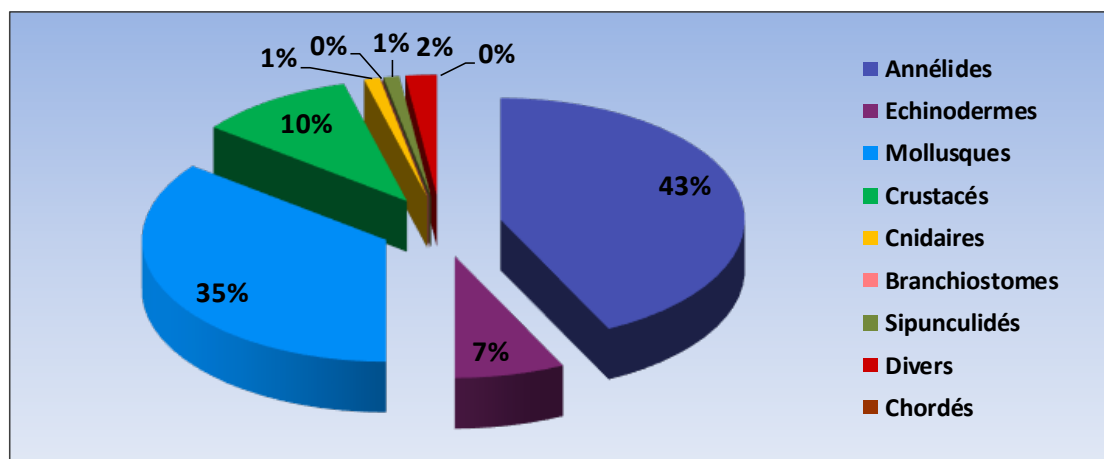


Figure 78. Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques en 2018

En termes de richesse spécifique sur l'ensemble des stations d'étude, les groupes zoologiques majoritaires sont représentés par les annélides (43%), puis par les mollusques (35%), les crustacés (10%), les échinodermes (7%) et les espèces divers (2%).

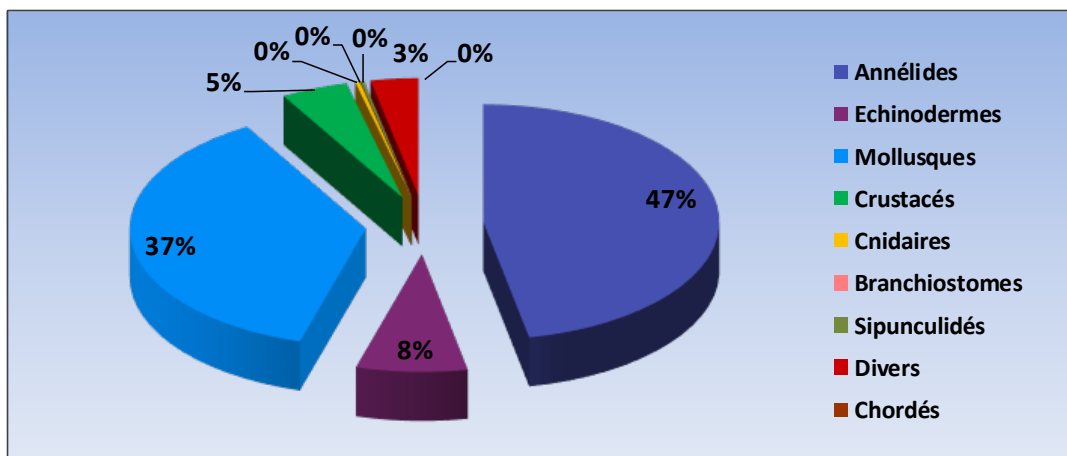


Figure 79. Répartition de l'abondance selon les principaux groupes zoologiques en 2018

L'abondance des individus récoltés est dominée à 47 % par les annélides, à 37 % par les mollusques, à 5 % par les crustacés et 8 % pour les échinodermes. Les espèces « divers » ne représentent 3% de l'abondance totale.

3.5.1.1.2. Groupes taxonomiques

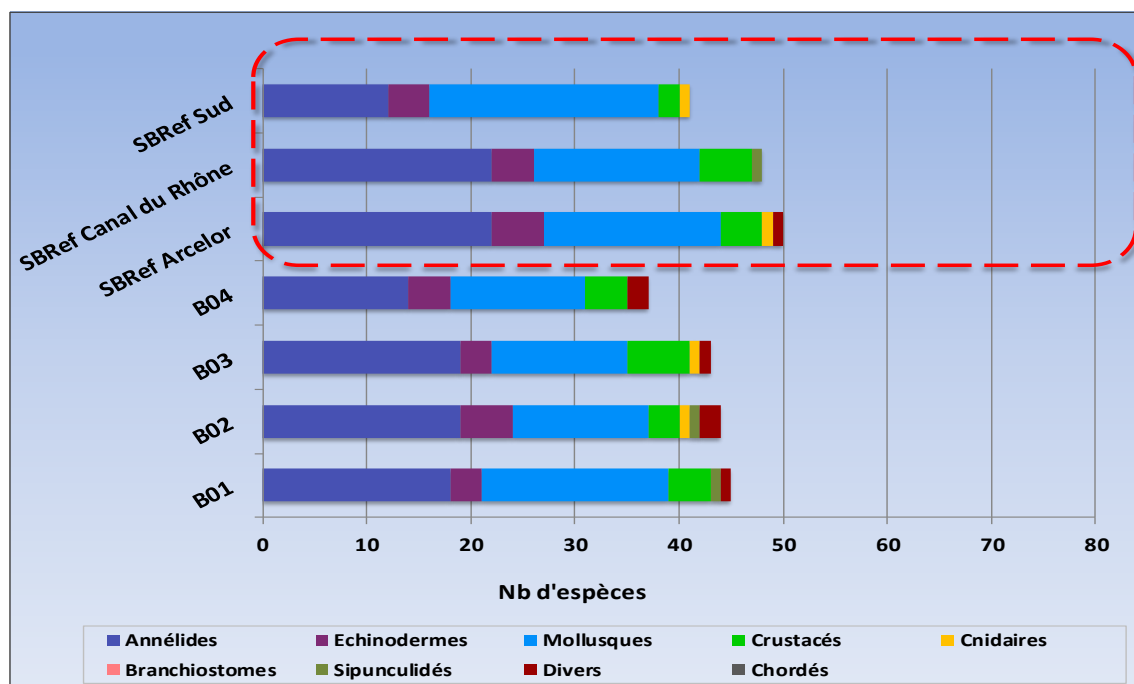


Figure 80. Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique

Les groupes taxonomiques dominants l'ensemble des stations d'un point de vue de la richesse spécifique sont les groupes des vers annélides polychètes (41 espèces) et des mollusques (34 espèces).

Les sept stations présentent cependant une diversité spécifique, et ce, au sein d'au moins cinq embranchements par station.

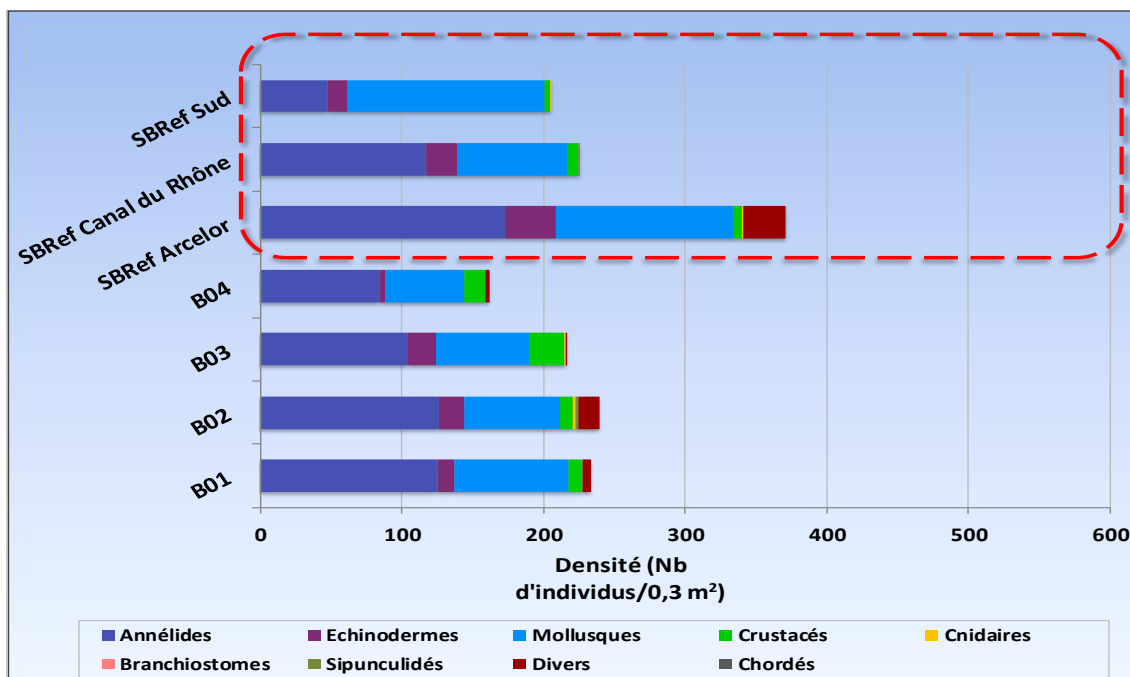


Figure 81. Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique

La répartition de l'abondance montre que le groupe des annélides polychètes domine également les peuplements au sein de chaque station, mis à part sur la station Ref Sud, où le groupe des mollusques domine le prélèvement. Le groupe des mollusques présente également de fortes abondances (nombre important de bivalves et gastéropodes tels que *Corbula gibba* et *Nassarius reticulatus*).

3.5.1.1.3. Fréquence d'occurrence et dominance

Seize espèces présentent une fréquence d'occurrence supérieure à 71 %. Sept espèces ont une occurrence de 100 % c'est-à-dire qu'elles sont présentes dans toutes les stations de prélèvements. Il s'agit des mollusques bivalves *Corbula gibba* et *Abra alba* ainsi que des gastéropodes *Euspira pulchella* et *Nassarius pygmaeus*, des vers annélides polychètes *Aphelochaeta marioni* et *Lumbrineris latreilli* et de l'ophiure (Echinoderme) *Amphiura chiajei*.

De plus *Corbula gibba* présente les abondances parmi les plus importantes, c'est donc une espèce structurante du peuplement, comme le sont également le bivalve *Abra alba*, les vers annélides *Mediomastus fragilis*, *Aphelochaeta marioni* ou encore l'ophiure *Amphiura chiajei*.

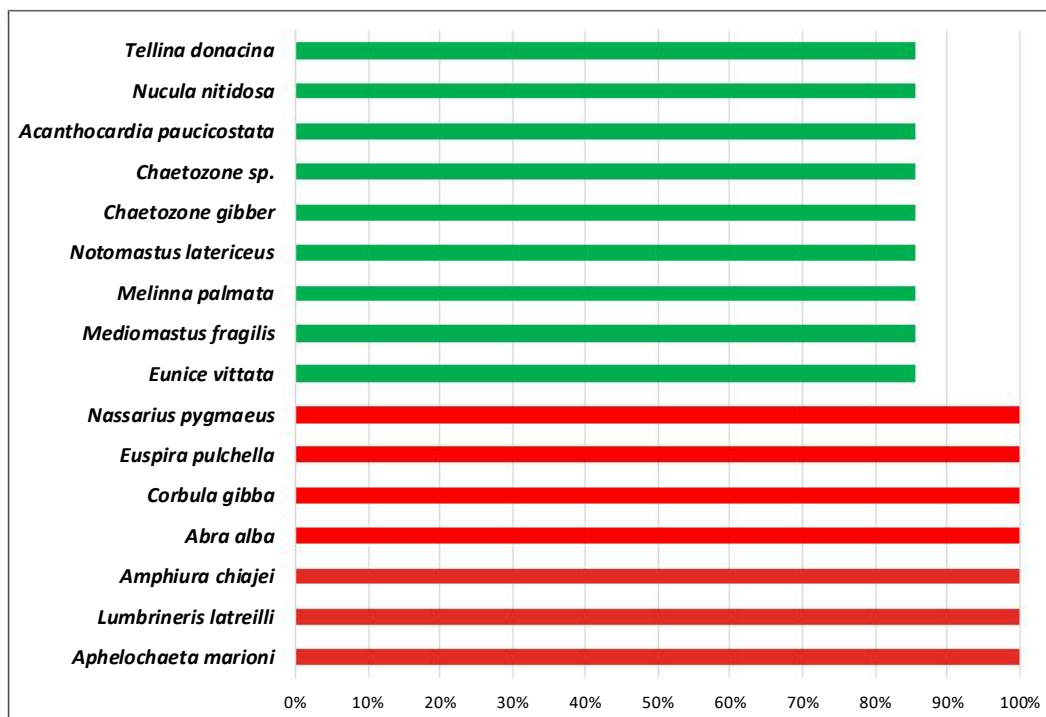


Figure 82. Fréquence d'occurrence des principales espèces récoltées

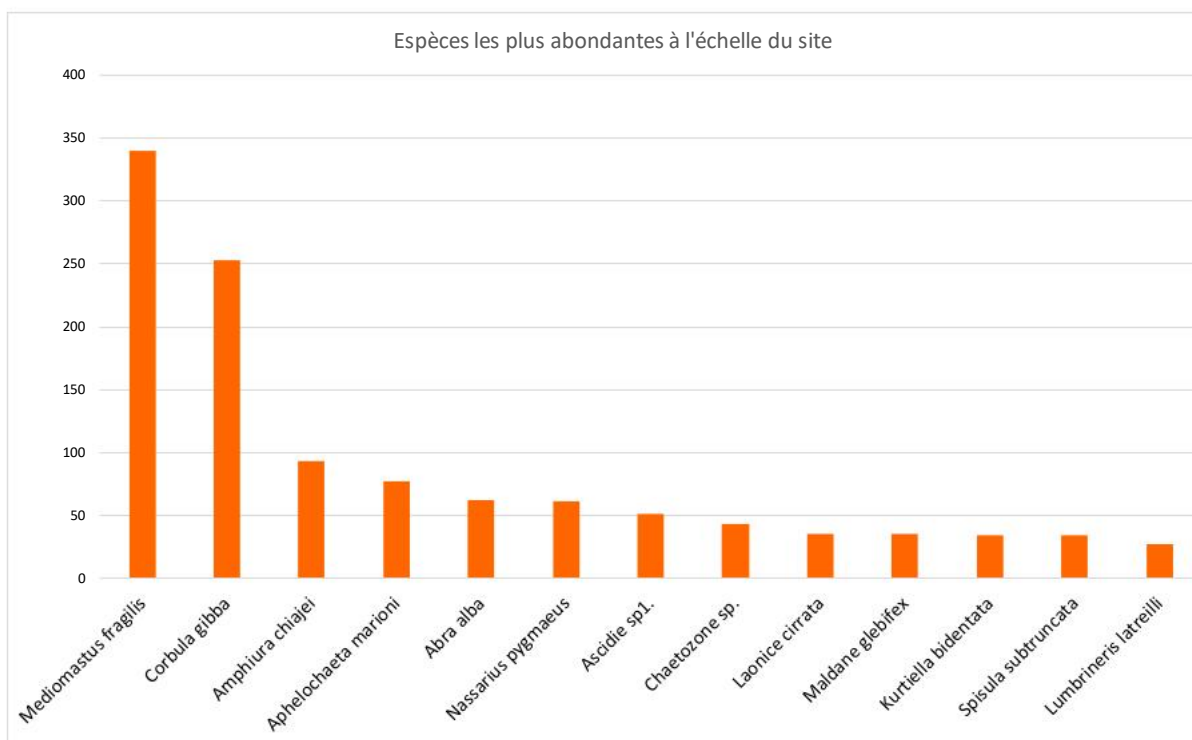


Figure 83. Espèces les plus abondantes sur l'ensemble des sept stations

3.5.1.2 Indices de diversité

3.5.1.2.1. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Piélou (J')

Station	SRef Arcelor	SRef Canal du Rhône	SRef Sud	B01	B02	B03	B04
Indice de Shannon	4,21	4,10	4,43	3,80	4,18	4,49	4,02
Indice d'Equitabilité (Piélou)	0,75	0,73	0,83	0,69	0,77	0,83	0,77

Tableau 30. Valeurs des indices de Shannon et de l'Equitabilité

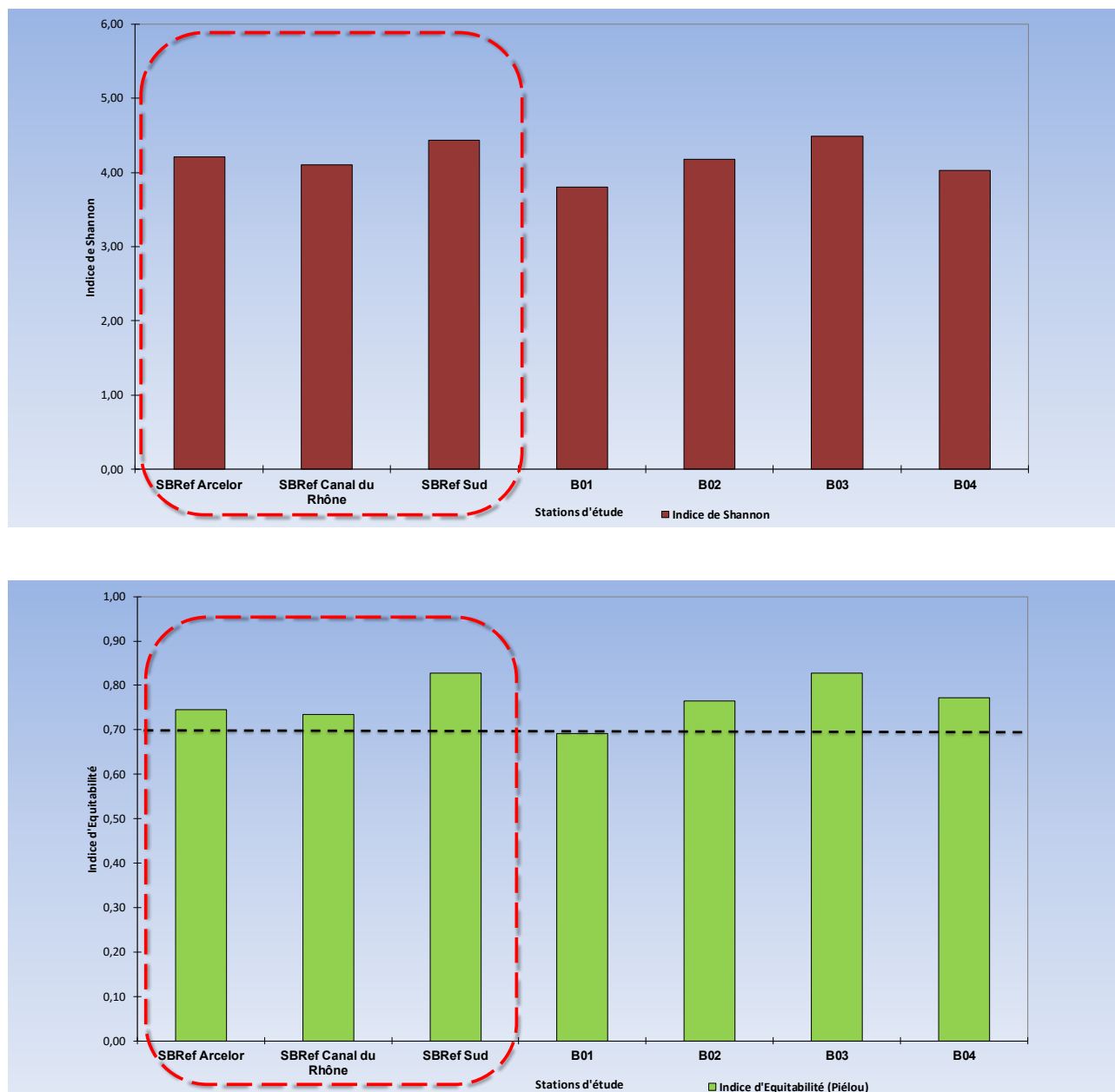


Figure 84. Indices de diversité de Shannon (en haut) et d'Equitabilité (en bas) sur les stations étudiées en 2018

Les indices de Shannon observés en 2018 sont compris entre 3,80 (station B01) et 4,49 (station B03), avec une valeur moyenne de 4,18 ($\pm 0,24$). Ces valeurs témoignent d'un peuplement « excellent » et selon



Molvaer et *al.* (1997), toutes les stations sauf B01 sont classées comme « excellentes », B01 est classée comme « bonne ».

Pour l'indice d'équitabilité, les stations d'étude présentent des valeurs variables, comprises entre 0,69 et 0,83 avec une moyenne de 0,77 ($\pm 0,05$). Les stations présentent un indice supérieur à 0,70 ; excepté la station B01 (très légèrement sous le seuil). Cela témoigne d'une structure de peuplement moyennement équilibrée avec un nombre moins élevé d'espèces. La station présente un déséquilibre au sein de son peuplement qui peut s'expliquer par une dominance d'une ou plusieurs espèces dans les prélèvements (ici *Mediomastus fragilis*).

3.5.1.2.2. Le modèle DIMO

Le modèle DIMO (*Diversity MONitoring*) développé par Qinghong en 1995 permet d'illustrer de manière synthétique l'évolution spatiale de la richesse spécifique ($\text{Log}_2(S)$), de la diversité (H') et de l'équitabilité (Bazairi, 2005). Cette dernière est représentée par l'angle formé par la droite représentée sur le graphique suivant :

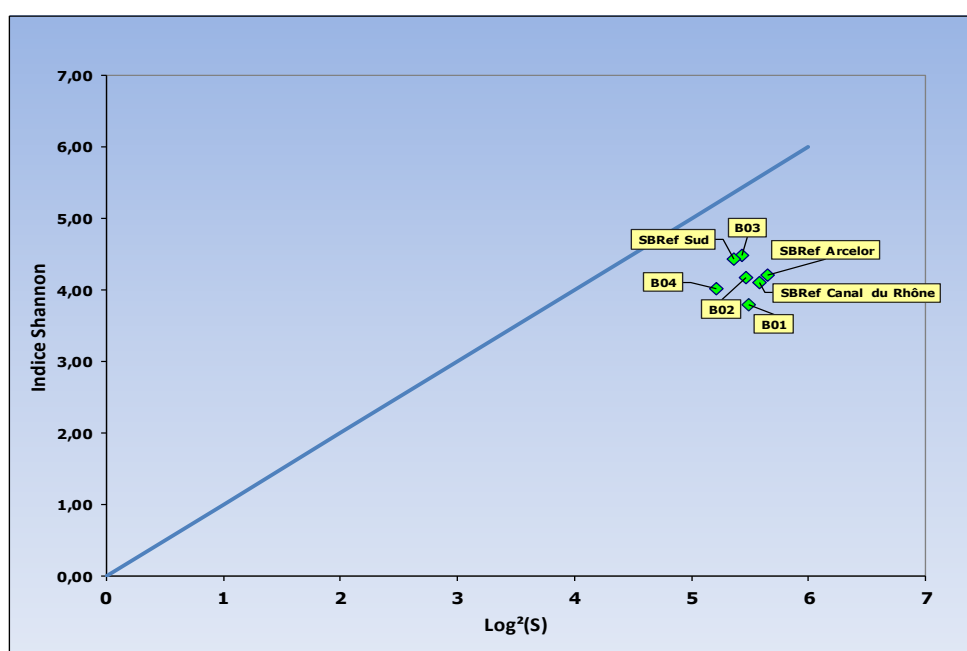


Figure 85. Modèle DIMO appliqué aux sept stations en 2018

La distribution spatiale montre que les peuplements présentent des richesses spécifiques plutôt élevées et une répartition des espèces plutôt homogène sur l'ensemble des stations. Les stations présentent un indice d'équitabilité qui témoigne de peuplements assez équilibrés au sein des habitats étudiés.

Les résultats concernant la richesse spécifique, la densité des espèces et leur répartition au sein des stations échantillonnées se révèlent bons voir très bons pour les stations étudiées, qu'elles soient stations de référence ou stations de suivis. Certaines disparités apparaissent entre les stations, notamment sur la station SB1 qui présente une diversité inférieure aux autres.

3.5.1.3 Indice basé sur les groupes écologiques : l'AMBI

L'identification des groupes écologiques des espèces en présence a été réalisée pour pouvoir déterminer les indices basés sur les groupes écologiques : l'AMBI.

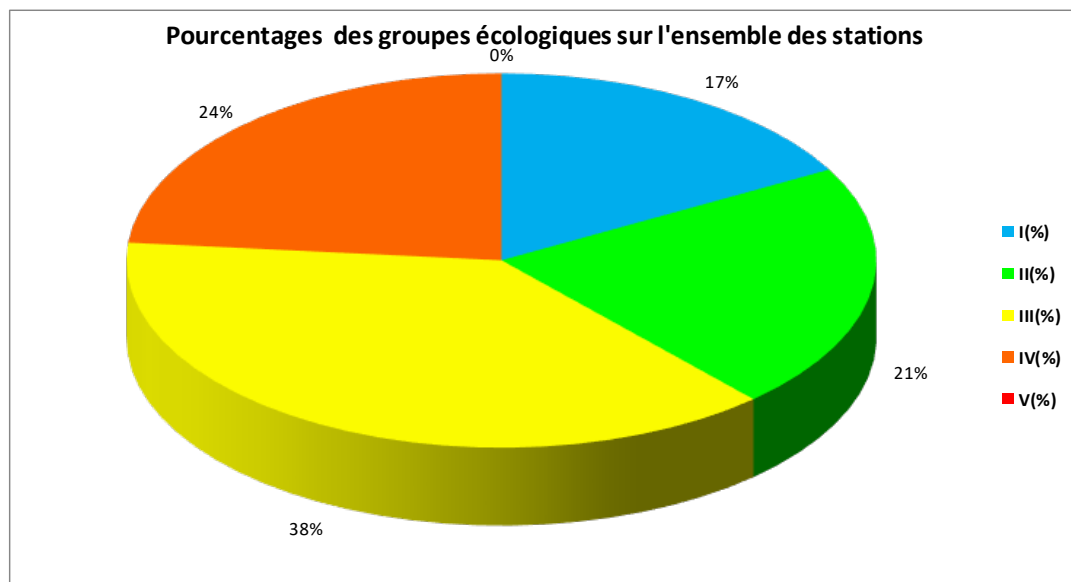


Figure 86. Pourcentages des groupes écologiques sur l'ensemble du site étudié

L'indice AMBI met en évidence que l'ensemble des stations se caractérise par une proportion mineure (<38%) d'espèces sensibles et indifférentes à une hypertrophisation (groupes I et II). Le groupe des espèces indifférentes (groupe III) représente 38%. Le groupe IV (espèces opportunistes de second ordre) est présent à 24%.

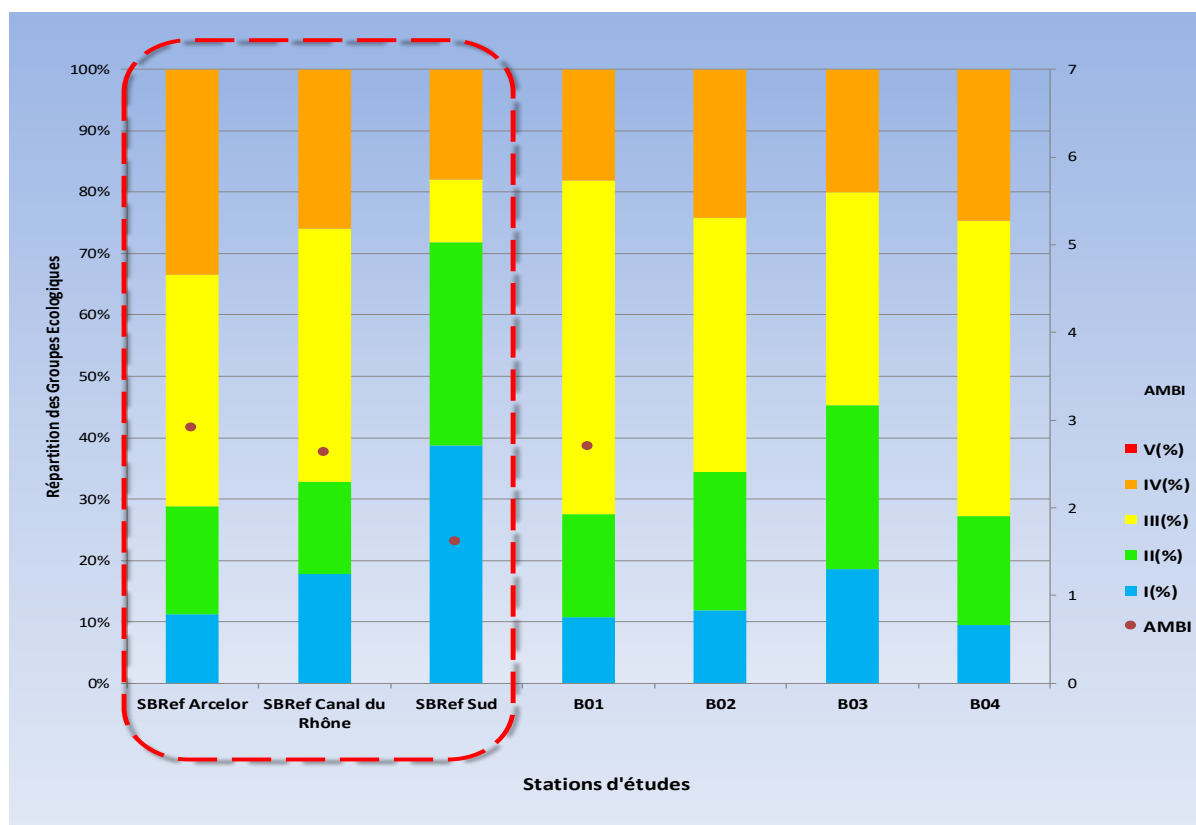


Figure 87. Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI

Les stations exceptée la station SB Ref Sud ont toutes une composition faunistique assez similaire : elles sont dominées par les espèces tolérantes à l'eutrophisation (groupe III) mais aussi, dans une proportion moindre, d'espèces opportunistes de second ordre (groupe IV)

Seule la station Ref Sud présente une dominance d'espèces sensibles et indifférentes à une hypertrophisation (groupes I et II) même si elles sont bien représentées sur les autres stations de la darse. Cette station présentait une granulométrie différente des autres stations (sable fins envasés) et son peuplement est composé d'espèces plus sensibles comme l'oursin *Echinocardium cordatum* (3 individus) ou les mollusques bivalves *Spisula substruncata* (26 individus), et *Acanthocardia paucicostata* (5 individus) ou indifférentes comme le polychète tubicole *Owenia fusiformis* ou encore *Nephtys hombergii*.

Les espèces opportunistes de premier ordre (groupe V) sont absentes sur toutes les stations.

Le graphe ci-dessous permet de visualiser le degré de dégradation environnementale au regard de la matière organique grâce à l'indice AMBI :

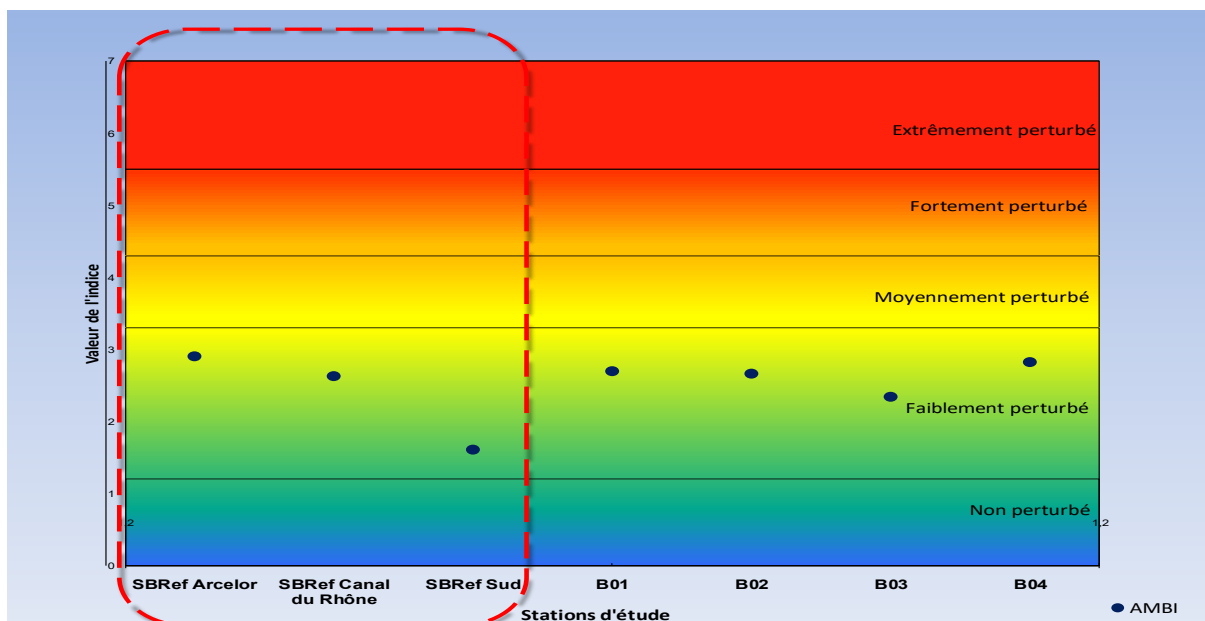


Figure 88. Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude

Les résultats de l'indice AMBI sur les stations du site révèlent que celles-ci présentent une légère perturbation, la plus faible étant la station SB Ref Sud. Cette perturbation est plus particulièrement visible sur les stations SB Ref Arcelor, SB1 et SB4 (présence assez forte d'espèces opportunistes de second ordre). La présence moyenne d'espèces sensibles et indifférentes à l'hypertrophisation et la dominance d'espèces tolérantes et opportunistes de second ordre sont révélatrices d'un état environnemental légèrement perturbé. Avec la dominance de quelques espèces, l'AMBI révèle une légère de perturbation au regard de l'apport en matière organique sur les stations.

Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	EcoQ
SBRef Arcelor	11,20	17,70	37,60	33,50	0,00	2,902	GOOD
SBRef Canal du Rhône	17,80	15,10	41,10	26,00	0,00	2,63	GOOD
SBRef Sud	38,80	33,00	10,20	18,00	0,00	1,609	GOOD
B01	10,80	16,80	54,30	18,10	0,00	2,696	GOOD
B02	11,90	22,50	41,50	24,20	0,00	2,669	GOOD
B03	18,60	26,70	34,80	20,00	0,00	2,34	GOOD
B04	9,50	17,70	48,10	24,70	0,00	2,82	GOOD

Tableau 31. Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe écologique et indice biotique AMBI en 2018

Au regard des faibles proportions d'espèces des groupes I (espèces sensibles à l'hypertrophisation) et II (espèces indifférentes à l'hypertrophisation), mais aussi des proportions plus importantes d'espèces des groupes III et IV (tolérantes à l'hypertrophisation et opportunistes de second ordre) sur l'ensemble des stations (excepté sur la station Ref Sud), il semble que la zone d'étude présente une perturbation (faible), notamment au regard d'un enrichissement en matière organique.

La qualité écologique du site, au regard des peuplements benthiques, reste cependant bonne du fait de la forte présence d'espèces du groupe III.



3.5.1.4 Classification des peuplements benthiques

Il est possible d'effectuer une classification des communautés en présence. La mise en relation avec la typologie EUNIS (2012) a été réalisée et la traduction a été extraite des documents à disposition (Bajjouk *et al.*, 2015). Toutefois, il est à noter qu'il est parfois difficile d'attribuer précisément un type de communauté à une station donnée. En effet, il s'agit souvent de **milieux transitoires**, aux spécificités propres à plusieurs faciès (mosaïques d'habitats). La transition d'habitats est **bien visible** entre les points **B02 et B03** qui sont d'ailleurs géographiquement très proches. De ce fait, sur la station B03, deux habitats peuvent être mis en évidence, selon les réplicats.

L'habitat trouvé pour la zone étudiée est le suivant :

A5.38

Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés

Ces biocénoses se développent dans des zones où les fonds détritiques sont recouverts par de la vase d'origine terrigène (dépôts des fleuves). Le sédiment est constitué de vase sableuse ou de sable vaseux, et parfois de vase indurée, riche en débris coquilliers ou en fragments volcaniques (scories) ; la sédimentation est suffisamment lente pour permettre le développement de l'épifaune sessile. Gravier, sable et vase sont mélangés dans des quantités variables mais la proportion de vase est toujours dominante.

Dénomination de la biocénose	CODE EUNIS
<i>Vase subtidale</i>	A5.3
<i>Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés</i>	A5.38
Dénomination de la biocénose	CODE N2000
<i>Sables vaseux et vases lagunaires et estuariennes (Méditerranée)</i>	1130-2
Dénomination de la biocénose	Typo MNHN
<i>Biocénose des fonds détritiques envasés (DE)</i>	IV.2.1.

Tableau 32. Tableau récapitulatif des biocénoses suivant les typologies

3.5.1.5 Exemples d'espèces caractéristiques¹⁵

Melinna palmata



Ce polychète sédentaire de 15 à 20 mm de long élabore un tube épais de vase, posé sur le fond (l'espèce peut constituer des tapis parfois). Sa tête possède de nombreux tentacules à vocation nutritive. Il présente, en arrière des branchies, deux crochets foncés. Il est retrouvé à mer basse dans la vase et le sable vaseux des herbiers de Zostères et dans les dragages sur fond de vase.

Owenia fusiformis

Owenia fusiformis est un annélide polychète vivant dans un tube recouvert de grains de sables et de débris coquilliers dans le sédiment sablo-vaseux. Il se nourrit par le biais de sa couronne tentaculaire, soit dans une position verticale ou penchée pour la surface des sédiments, exposant ainsi sa partie antérieure. De taille réduite (1 à 14 mm), il est consommé principalement par les poissons.



Abra alba



Ce petit mollusque bivalve à coquille lisse et blanche lustrée (jusqu'à 25 mm de long) s'enfouit peu profondément dans la vase et le sable fin. Il consomme divers dépôts grâce à leurs longs siphons extensibles séparés. Cette espèce se trouve sur toutes les côtes britanniques ; de la Norvège à la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest.

Nucula nitidosa

Les nucules sont facilement reconnaissables par les nombreuses petites dents identiques de la charnière. Cette espèce, à la coquille luisante, se reconnaît par la présence de bandes plus ou moins claires rayonnant de l'umbo. On la retrouve dans les substrats sableux, de la Grande-Bretagne à la Méditerranée.



¹⁵ HAYWARD, P., NELSON-SMITH, T. & SHIELDS, C. (1998). Guide des bords de mer. Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée. Les compagnons du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé.



Corbula gibba



Ce bivalve des Myoidae, souvent fouisseurs ou foreurs, se distingue par coquille ventrue à peu près ovale et équilatérale. La valve droite fortement convexe chevauche la valve gauche plus étroite. *C. gibba* se trouve dans les sables vaseux et les graviers des étages infra- et circalittoral. Cette espèce s'étend de la Norvège à la Méditerranée.

Amphiura chiajei

Cette ophiure se repère par les petits écussons radiaux, dont ceux de chaque paire se touchent presque à la base des bras. Ces bras sont très longs et fins. *A. chiajei* occupe les eaux peu profondes du circalittoral et au-delà, sur des sables vaseux fins. Son aire de distribution va de la Norvège à la Méditerranée.



Apseudopsis latreillii



Ce petit crustacé ressemble à un isopode, mais s'en distingue par ses deuxièmes appendices thoraciques de grande taille et en pinces. Sa tête et les deux premiers segments sont recouverts par une carapace triangulaire. Son corps est très comprimé, rigide et peut faire jusqu'à 7 mm de long. Il peut se trouver de l'étage médio- à circalittoral peu profond dans les crevasses vaseuses, sous les pierres, dans les touffes d'algues etc ...

3.5.2 COMPARAISON INTER-SUIVI DE L'EVOLUTION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

3.5.2.1 Richesse spécifique (S) et densité (2008-2018)

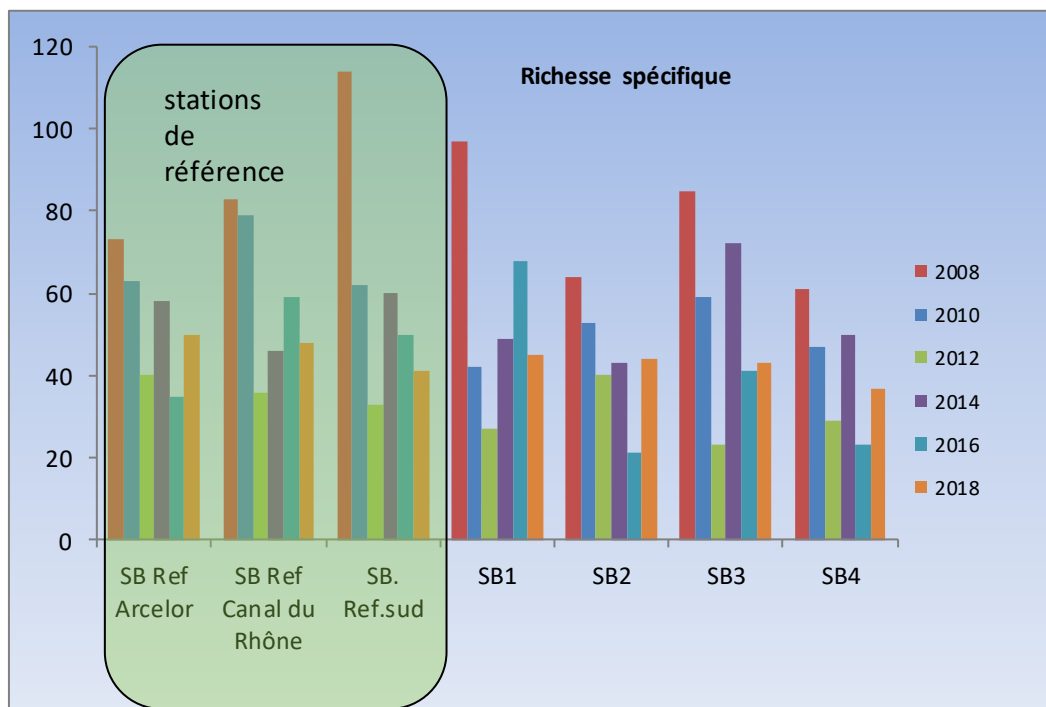


Figure 89. Comparaison de la richesse spécifique entre 2008 et 2018

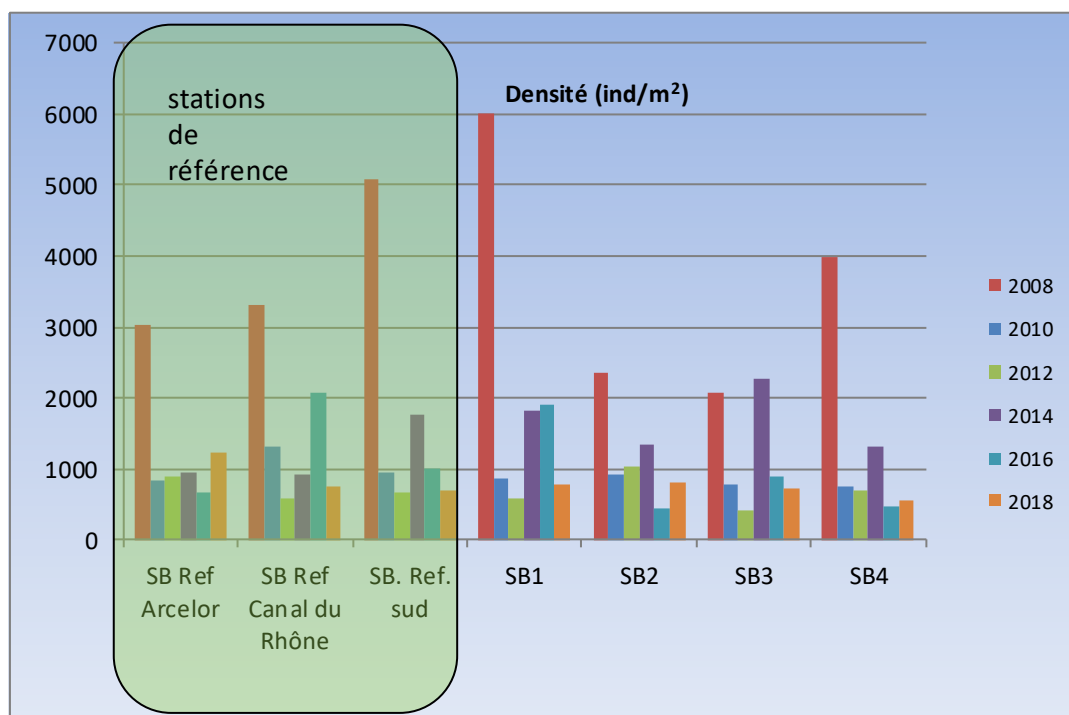


Figure 90. Comparaison de la densité (ind/m²) entre 2008 et 2018



Globalement sur toutes les stations la richesse spécifique décroît entre 2008 et 2012, 2014 montrait une légère augmentation. En 2016, présentait de nouveau une baisse de la diversité sur les stations sauf sur les stations SB Ref Canal du Rhône et sur SB1, où l'augmentation est notable. En 2018, il y a une augmentation de la diversité sur un bon nombre de stations et au contraire, une baisse sur 3 stations : SB1 au droit du rejet, SB Ref Canal du Rhône et SB Ref Sud.

La richesse spécifique moyenne est en effet passée de 80 espèces en 2008 à 58 en 2010 contre seulement 33 en 2012, 54 espèces en 2014 et 42 en 2016. En 2018 les résultats sont comparables à ceux de 2016 avec 44 espèces en moyenne sur l'ensemble des stations étudiées.

Concernant la densité, une forte baisse est observée entre 2008 et 2010 puis se stabilise entre 2010 et 2012. Alors que les prélèvements réalisés en 2014 montraient une légère hausse des densités sur les stations, les prélèvements en 2016 présentaient des résultats de nouveau en baisse (excepté sur la station de référence SB Canal du Rhône), en 2018 les valeurs sont équivalentes ou plus faibles qu'en 2016. Seules deux stations présentent une légère hausse de la densité : Sb Ref Arcelor et SB2.

En effet, les densités moyennes sont passées de 3600 ind/m² en 2008 à 900 et 700 ind/m² en 2010 et 2012, à 1484 ind/m² en 2014, à 1064 ind/m² en 2016 et à 788 ind/m² en 2018.

Il semble toutefois qu'il y ait un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. En effet, on observe d'une année sur l'autre que les espèces majoritaires ou structurantes sont plus ou moins abondantes ou même différentes. La planche suivante illustre les espèces majoritaires de chaque groupe et par année en dissociant les stations de références et les stations impactées. En termes d'abondance, on voit bien que l'année 2008 présente les plus fortes valeurs qui chutent fortement en 2010 et semblent ré-augmenter en 2014, mais à nouveau baisser en 2016 et 2018.

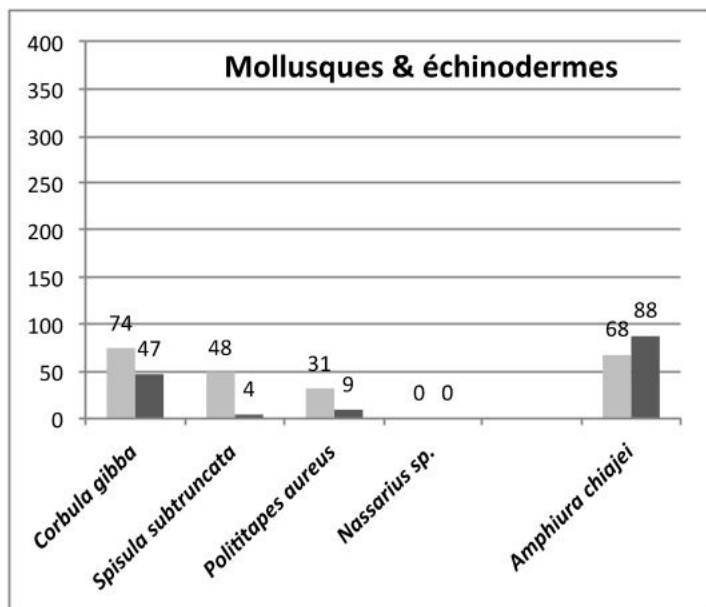
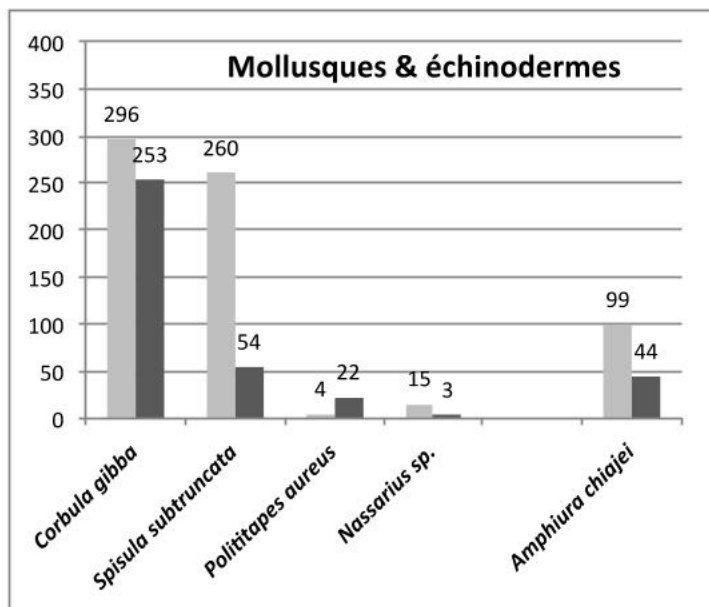
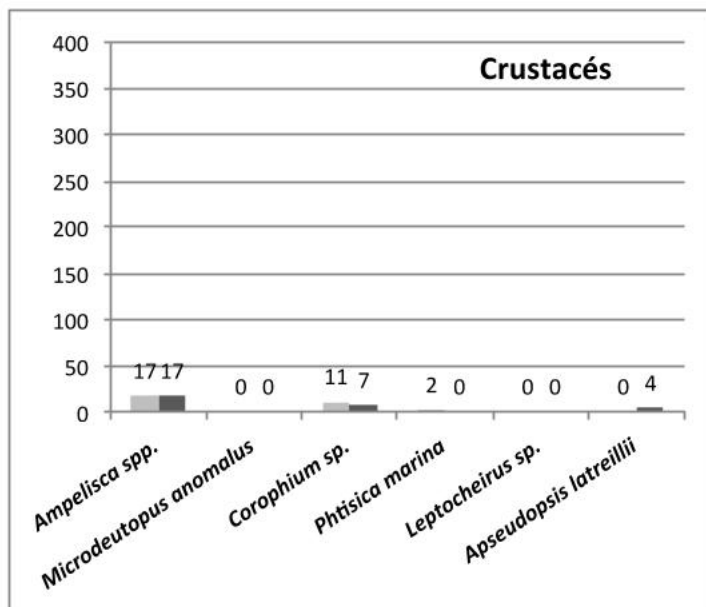
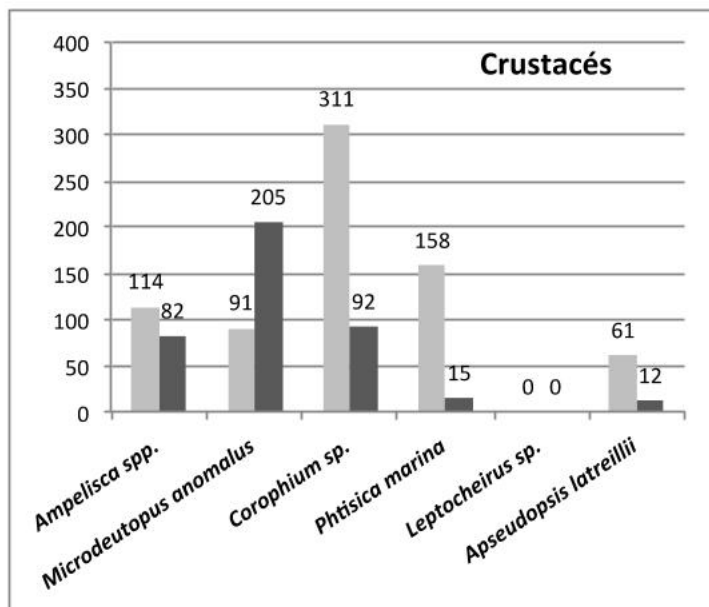
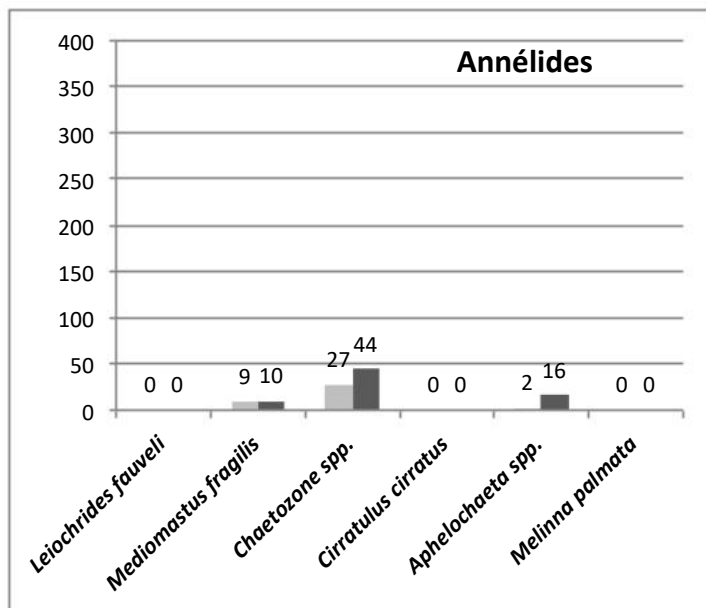
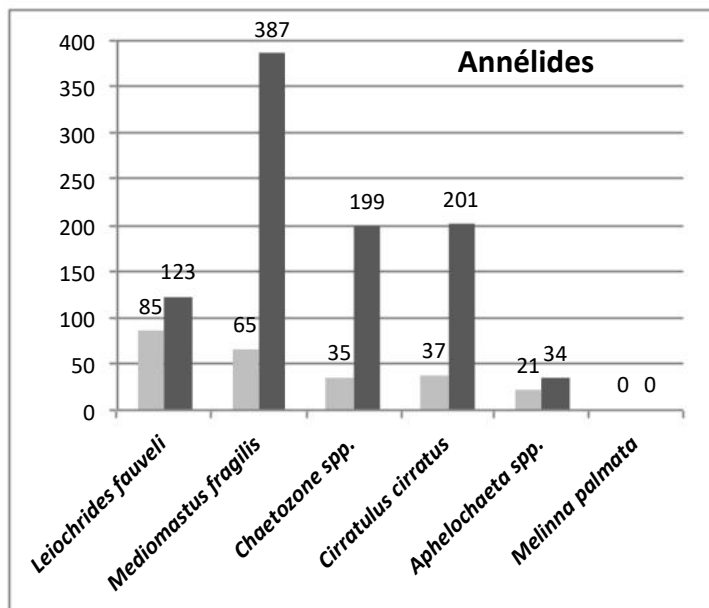
Le mollusque *Corbula gibba* et l'ophiure *Amphiura chiajei* ainsi que le vers annélide *Mediomastus fragilis* semblent présenter des valeurs plus ou moins stables dans le temps.

Planche 10. Abondance des principales espèces observées sur les suivis (2008 et 2010)

Planche 11. Abondance des principales espèces observées sur les suivis (2012 et 2014)

Planche 12. Abondance des principales espèces observées sur les suivis (2016 et 2018)

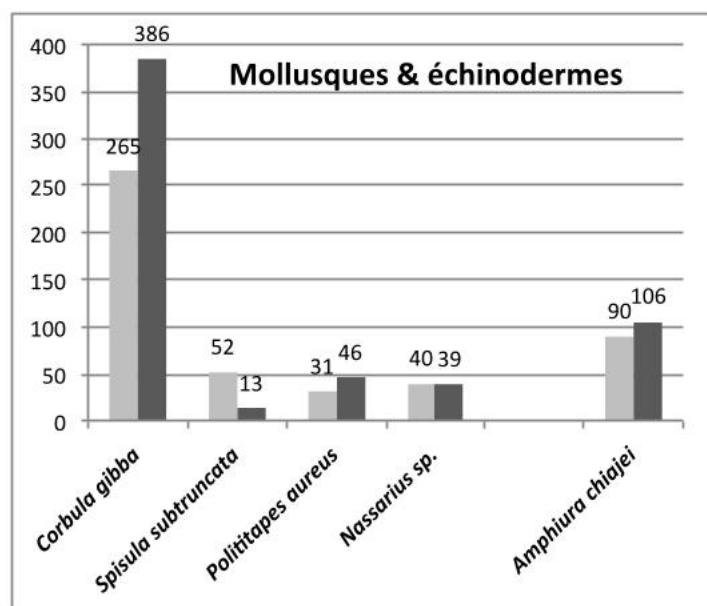
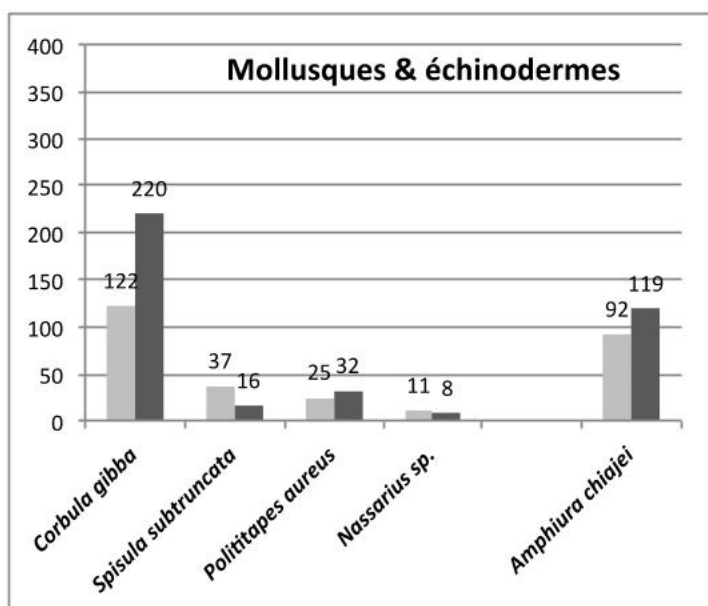
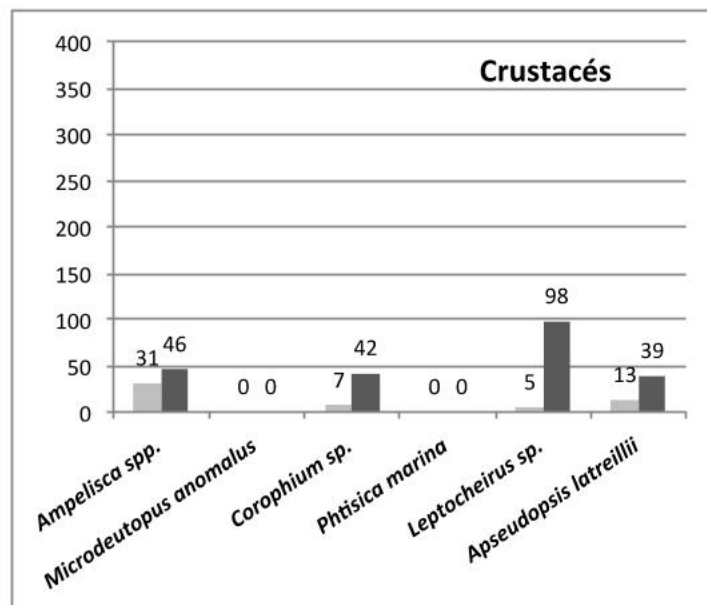
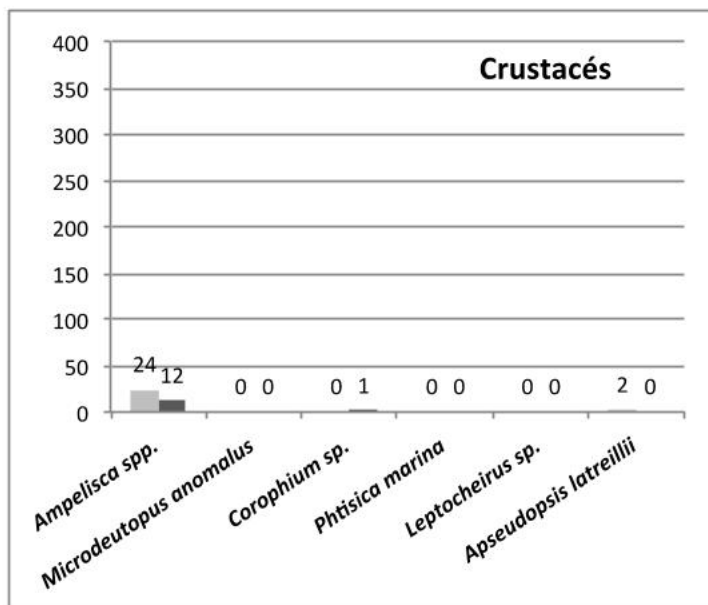
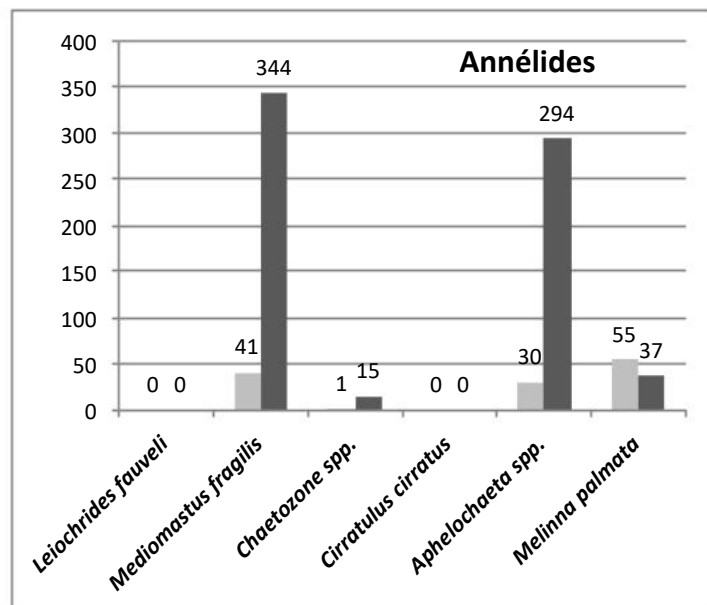
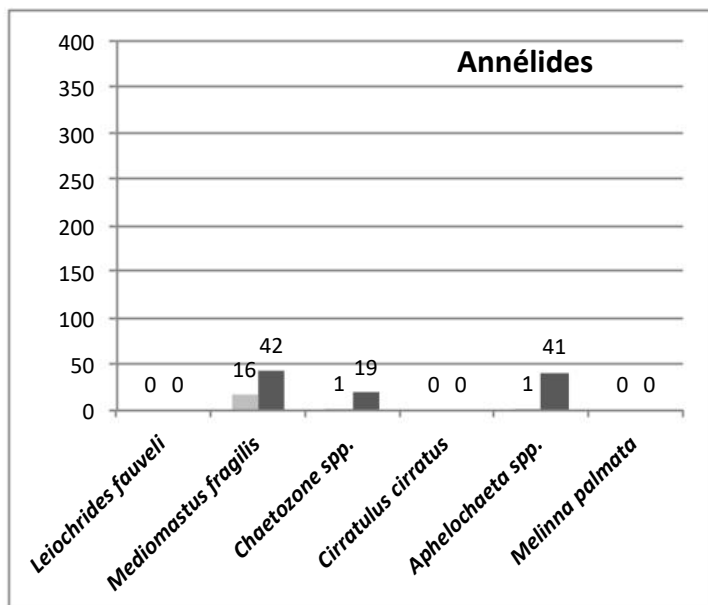
La forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due à la localisation de la zone d'étude. En effet, le site se trouve dans une zone où les facteurs environnementaux influent fortement sur le milieu, une forte pluviométrie peut provoquer des variations importantes de la turbidité et de la salinité de l'eau et donc avoir une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu.



2008 ■ SB Ref

■ SB

2010

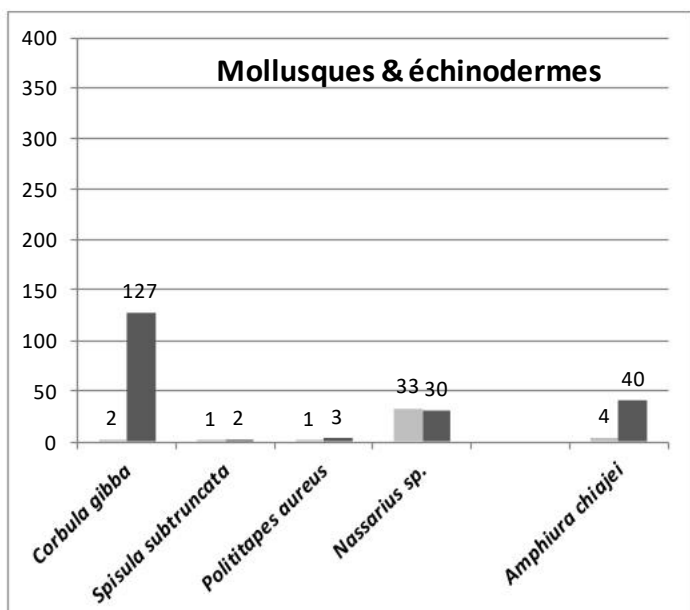
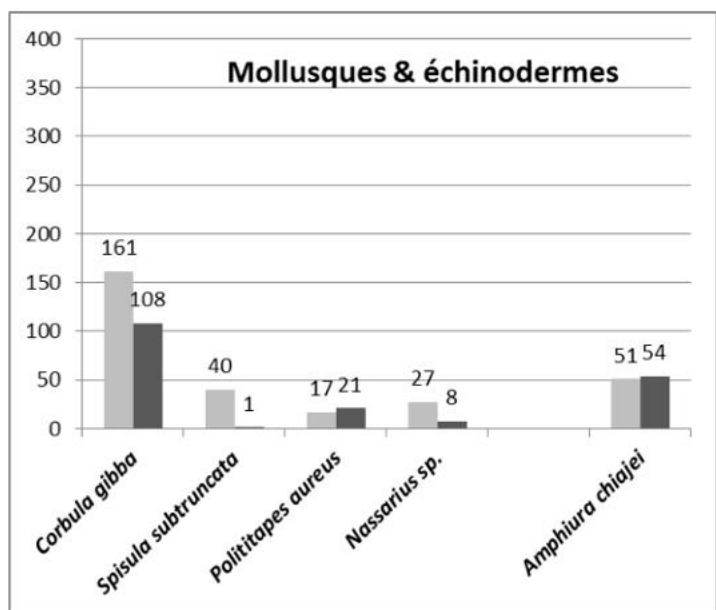
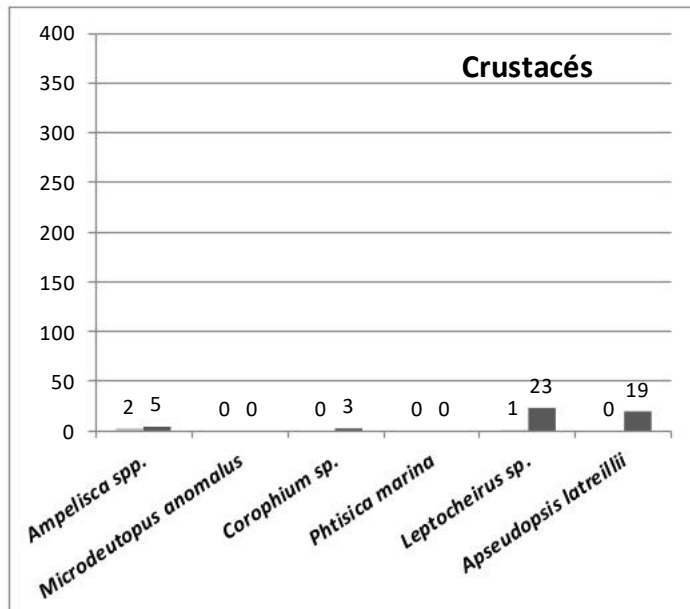
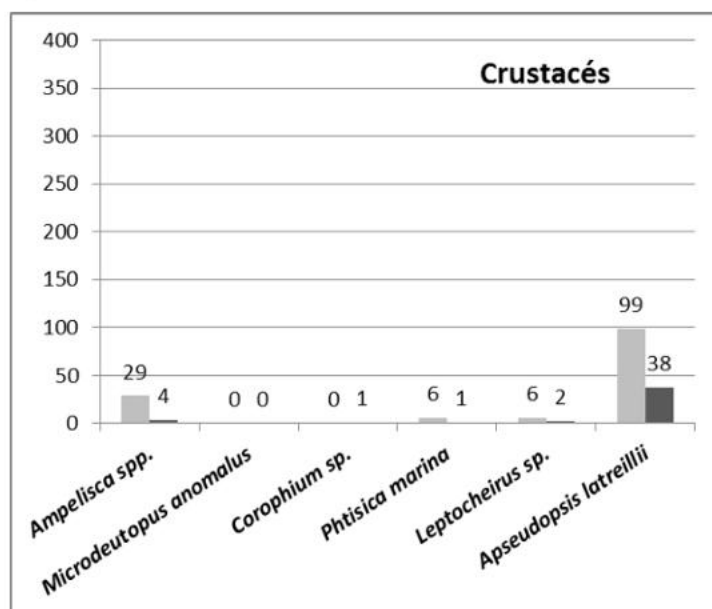
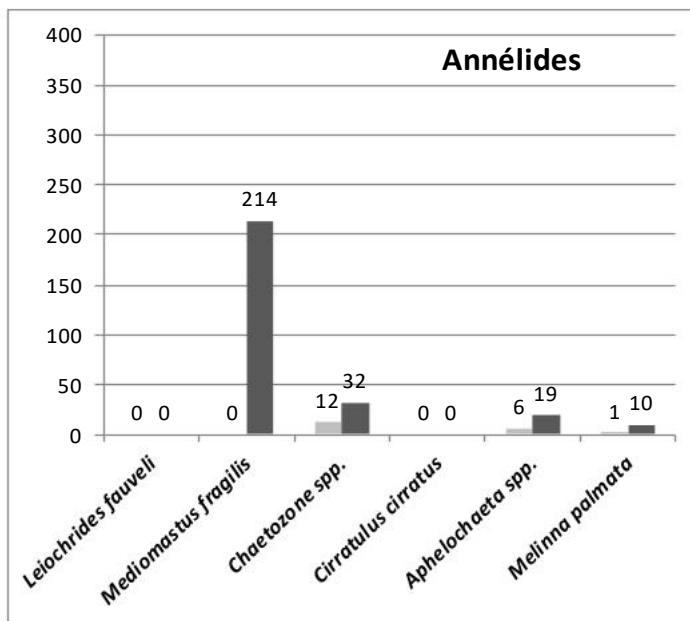
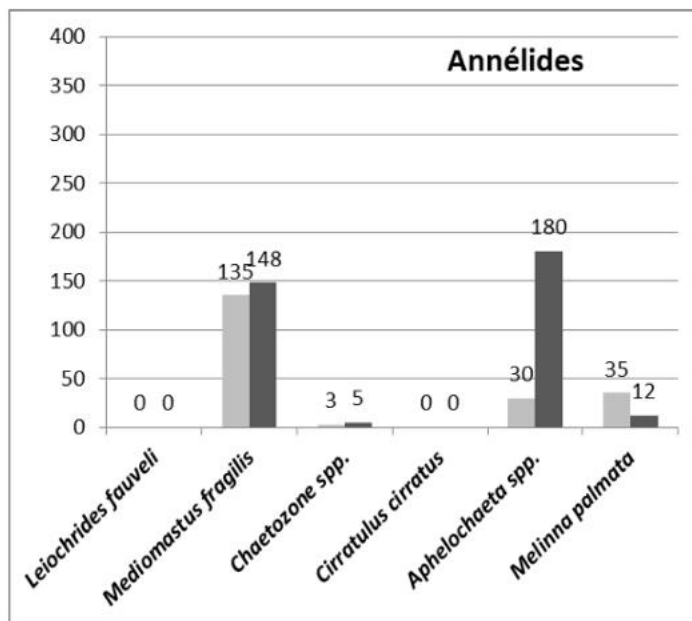


2012

■ SB Ref

■ SB

2014



2016

■ SB Ref

■ SB

2018

3.5.2.2 Indices de diversité (2008-2018)

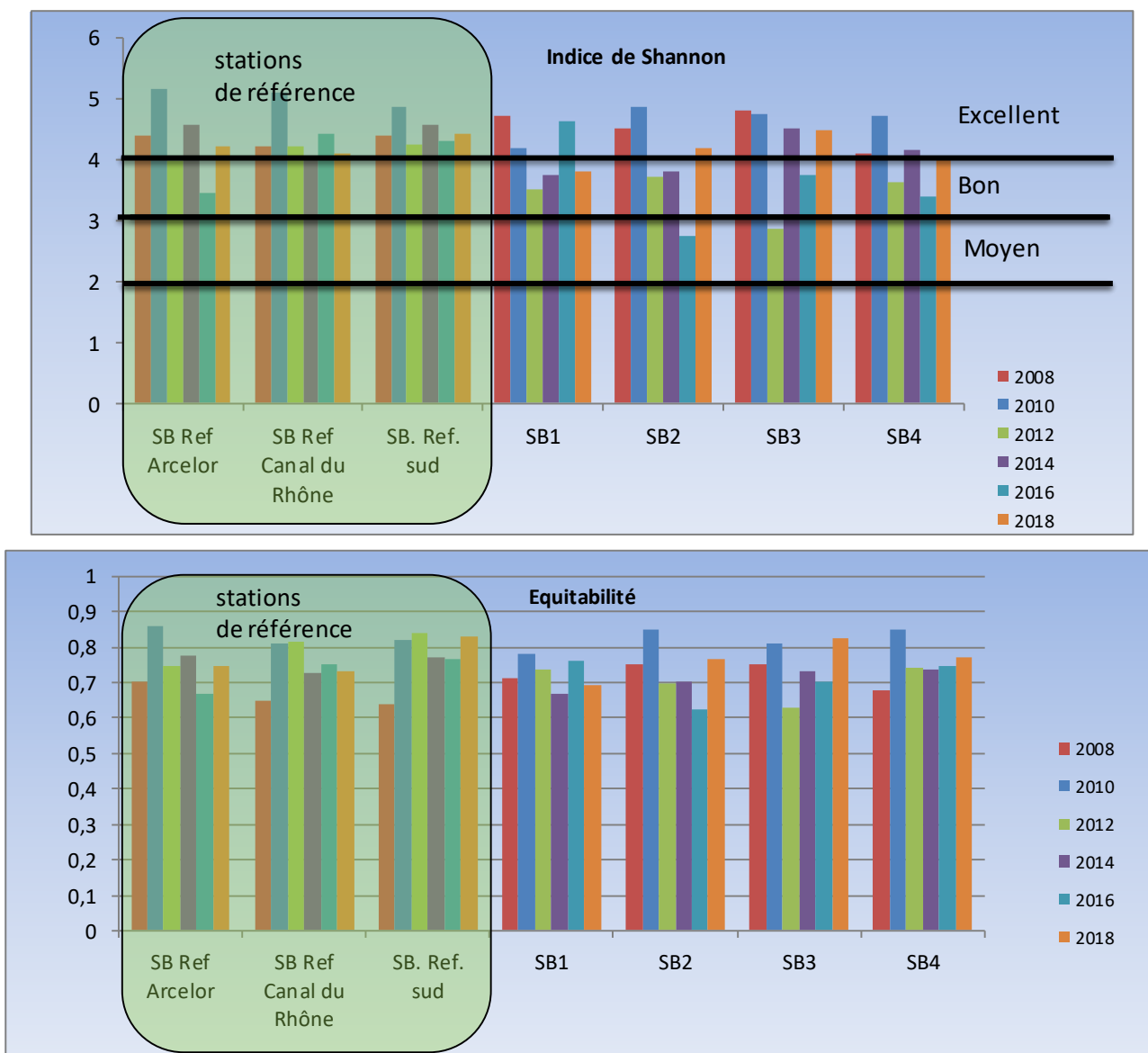


Figure 91. Comparaison entre 2008 et 2018 de l'indice de Shannon (en haut) et de l'Equitabilité (en bas)

Les valeurs de l'indice de Shannon calculées en 2018 présentent une hausse plus ou moins importante en fonction des stations. Les stations de référence montrent des valeurs de l'indice très proches en 2018 les unes des autres. On observe une augmentation par rapport aux valeurs de 2016 pour la station Arcelor et la station Ref Sud alors que la station Ref Canal du Rhône présente une valeur légèrement en baisse par rapport à 2016. Les valeurs sont de valeur proche des autres suivis avec un indice autour de 4.

Les stations SB2, SB3 et SB4 stations montrent une augmentation globale de l'indice, en passant de peuplements considérés comme des peuplements considérés comme « bons » en 2016, voir « moyen » pour la station SB2 en 2016 à « excellents » en 2018 (comme pour les suivis entre 2010 et 2014).



La station SB1, en revanche, qui présentait une forte augmentation de l'indice en 2016, (valeur est comparable à 2008), a une valeur en baisse et ses peuplements passent d'excellents à bon pour l'année 2018.

Cet indice montre donc une baisse de la diversité du peuplement entre 2008 et 2012 suivie d'une hausse en année 2014, d'une nouvelle baisse en 2016 et d'un état en légère hausse pour 2018 excepté sur la station SB1 située au droit du rejet (ce qui n'était pas le cas en 2016).

L'indice d'équitabilité est globalement bon durant les cinq suivis. Il n'y a pas de déséquilibre majeur observé sur les stations qu'elles soient de référence ou situées aux abords du rejet.

Les stations de référence montrent que l'indice d'équitabilité est plutôt constant depuis 2010. Seule l'étude de 2008 montrait sur ces stations, un indice inférieur à 0,7. C'était également le cas en 2016 sur la station Arcelor, qui présentait une valeur légèrement en dessous du seuil, sans en être trop éloigné (légère dominance d'une espèce au sein du peuplement), la même chose est visible en 2018 mais sur la station au droit du rejet SB1.

En 2018 les valeurs d'équitabilité en hausse : les peuplements qui composent les stations présentent des espèces et des densités bien réparties et équilibrées.

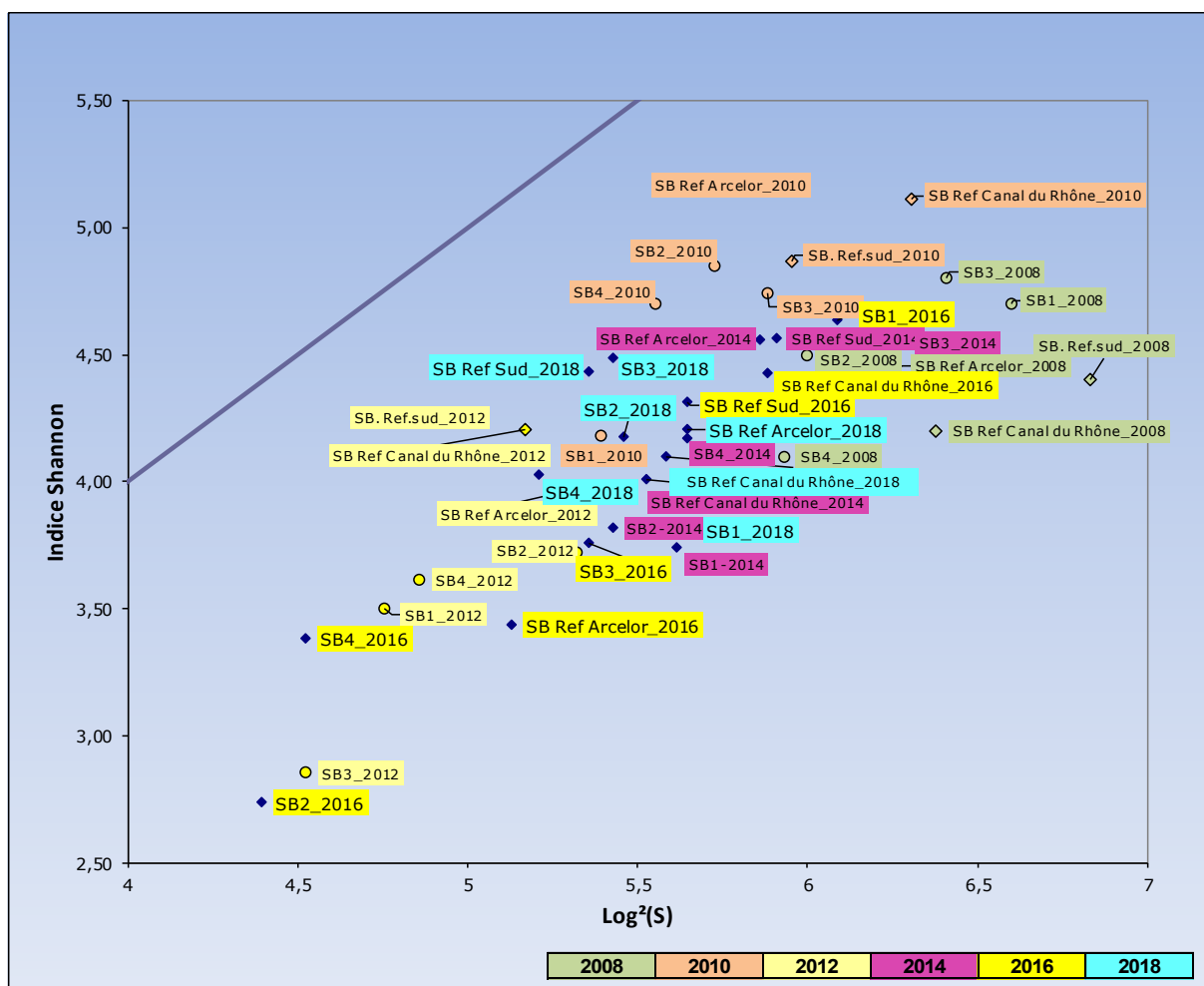


Figure 92. Modèle DIMO appliqué aux 7 stations sur les études (2008-2018)

La synthèse des 3 paramètres écologiques (Richesse spécifique, Shannon, Equitabilité) sur les 6 périodes d'études (2008, 2010, 2012, 2014, 2016 et 2018) révèle les constats suivants :

- Une diversité écologique (indice de Shannon) plus ou moins similaire entre 2008, 2012 et 2014 avec toutefois une richesse spécifique ($\text{Log}^2(s)$) plus élevée en 2008.
Pour l'année 2018, les valeurs de diversité écologique sont plutôt variables, avec pour l'ensemble des stations, une augmentation de la diversité sur un bon nombre de stations et au contraire, une baisse sur 3 stations : SB1 au droit du rejet, SB Ref Canal du Rhône et SB Ref Sud.
- Les richesses spécifiques ($\text{Log}^2(s)$) de l'année 2018 sont proches des résultats obtenus en 2014. Elles ne sont pas les valeurs les plus hautes de l'ensemble des suivis (obtenus en 2010) mais reflètent tout de même de peuplement plutôt diversifiés et équilibrés ;

En conclusion, l'étude de 2008 montrait des valeurs de diversités spécifiques élevées. En 2010 on voit la diversité spécifique diminuer au profit de la diversité écologique (indice de Shannon). L'année 2012 montre une chute globale de la diversité écologique et spécifique. Un retour positif de la diversité spécifique est observé en 2014, mais l'année 2016 montrait de nouveau une légère baisse de diversité moyenne ainsi que de densités au sein des stations. L'année 2018 montre une baisse de la diversité et de la densité même si les stations présentent des peuplements équilibrés.

3.5.3 SYNTHÈSE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

En 2018, les résultats des richesses spécifiques ne varient pas beaucoup d'une station à l'autre qu'elle soit de référence ou proche du rejet.

Ce sont les deux stations de référence Arcelor et Canal du Rhône qui présentent les plus fortes diversités allant de 48 à 50 espèces. Les autres stations présentent des richesses spécifiques légèrement plus faibles avec un minimum de 37 espèces pour la station SB4.

La densité moyenne est donc de 788 (± 215) individus/m², et a atteint au maximum 1237 individus/m² sur la station de référence SB Ref Arcelor.

De plus *Corbula gibba* présente les abondances parmi les plus importantes, c'est donc une espèce structurante du peuplement, comme le sont également le bivalve *Abra alba*, les vers annélides *Mediomastus fragilis*, *Aphelochaeta marioni* ou encore l'ophiure *Amphiura chiajei*.

Les indices de Shannon témoignent d'un peuplement globalement « excellent » sur la darse. Pour les stations situées en sortie de rejet, les résultats sont variables : SB1 est classée comme « bonne » et les autres comme « excellentes ». Les stations de référence sont classées comme « excellentes ».

Toutes les stations présentent un indice d'équitabilité correct, seule la station SB1 située proche du rejet a une valeur légèrement en dessous des autres. Cela témoigne d'une structure de peuplement



plutôt équilibrée malgré un nombre peu élevé d'espèces et dont certaines espèces sont présentes en plus grande densité.

D'une manière générale, on observe des variations de diversité et de richesse spécifique à l'échelle du site (stations de référence incluses). En 2018, la station SB1 située au regard du rejet se trouve être la plus déséquilibrée, les stations SB3 et de référence SB Ref Sud présentent des valeurs quasi similaires et sont plutôt bien équilibrées et diversifiées par rapport aux autres stations.

Les résultats de l'indice AMBI sur les stations du site révèlent que celles-ci présentent une légère perturbation, la plus faible étant sur la station SB Ref Sud comme pour l'année 2016. Cette perturbation est plus particulièrement visible sur les stations SB Ref Arcelor, SB1, SB2 et SB4 (dominance d'espèces opportunistes de second ordre, petites espèces à cycle court abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées).

La faible présence d'espèces sensibles et indifférentes à l'hypertrophisation (bien que légèrement plus présentes qu'en 2016) et la dominance d'espèces tolérantes à une hypertrophisation du milieu (ces espèces sont naturellement présentes dans les vases, mais, comme leur prolifération est stimulée par l'enrichissement du milieu, elles sont un signe de déséquilibre du système) et opportunistes de second ordre sont révélatrices d'un état environnemental faiblement perturbé. Avec la dominance de quelques espèces, l'AMBI révèle une légère perturbation au regard de l'apport en matière organique sur les stations.

La qualité écologique au regard des critères DCE est considérée comme « bonne » sur les stations d'étude.

L'analyse des données écologiques recueillies entre 2008 et 2018 semble indiquer qu'il y ait un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. Ceci est cependant moins visible entre 2016 et 2018.

D'une année sur l'autre, les espèces majoritaires ou structurantes sont effectivement plus ou moins abondantes ou même différentes. Deux espèces présentes néanmoins des valeurs plus ou moins stables dans le temps : le mollusque *Corbula gibba* et l'ophiure *Amphiura chiajei*. Cette forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due aux facteurs environnementaux qui influent fortement sur le milieu et ont donc une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu. Les paramètres fluctuent donc d'une année à l'autre.

L'étude de 2008 montrait ainsi des valeurs de diversités spécifiques élevées. En 2010, la diversité spécifique diminuait au profit de la diversité écologique (indice de Shannon). L'année 2012 montrait ensuite une chute globale de la diversité écologique et spécifique, et un retour positif de la diversité spécifique était observé en 2014. En 2016, cette dernière était de nouveau diminuée de façon générale, mis à part sur les stations Ref Canal du Rhône et sur la station au droit du rejet SB1 où la richesse spécifique avait augmenté entre 2014 et 2016. L'année 2018 montre une baisse de la diversité et de la densité même si les stations présentent des peuplements équilibrés.



Les résultats obtenus témoignent de légères perturbations au droit du rejet et sur les stations de références équivalentes aux suivis antérieurs (2012-2016).



4 SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET CONCLUSION

L'activité sidérurgique de la société ASCO INDUSTRIE entraîne l'évacuation d'un rejet aqueux au niveau du milieu marin. Une étude d'impact a été réalisée en 2008 et, à sa suite, un suivi régulier à 2 ans d'intervalle a été mis en place à dater de 2010.

Le suivi réalisé en 2018 a permis de mettre en évidence les niveaux de contamination du milieu au niveau des sédiments et de la matière vivante (espèce bioindicatrice) ; et d'établir un diagnostic de l'état des peuplements benthiques.

Les mesures granulométriques en 2018 ont montré que **la majorité des échantillons prélevés disposaient de particules de gammes de taille relativement équivalentes**, excepté SB Ref Sud qui présente une part plus importante de sable. Alors que cette station subissait un envasement depuis 2010, elle connaît un ensablement en 2018.

Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), **les sédiments de toutes les stations sauf S6 ont vu leur proportion de fines augmenter depuis 2016**. Les autres stations présentent des taux relativement stables entre les deux suivis, exceptée la station de la Lagune qui voit sa proportion en fine baisser en 2018. L'étude de la granulométrie dans la zone d'étude depuis 2012 indique l'existence d'une fluctuation plus ou moins chaotique dans le temps selon les stations. L'évolution des facteurs hydrodynamiques (courants, houles, débits du canal) peuvent être mis en causes dans le déplacement des masses sédimentaires dans la zone d'étude.

La contamination organique s'est maintenue entre 2016 et 2018 sur la plupart des stations et a ponctuellement **augmenté légèrement** pour certains paramètres, **excepté au droit du rejet**, sur la station SB1, où l'on observe **un pic de concentration pour toutes les éléments organiques et nutritifs** mesurés.

L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la **contamination** des sédiments situés à sa **proximité immédiate** (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet.

Concernant les métaux, les concentrations restent **en 2018 relativement équivalentes aux valeurs mesurées en 2016** sur l'ensemble des stations **exceptée au droit du rejet sur la station SB1** ; où des **augmentations sont visibles**.

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration **en chrome et aluminium** au niveau des stations les plus proches du rejet (SB1 et SB2). La concentration **en manganèse et en aluminium** a également augmenté d'une façon générale sur le site d'étude.

Les stations qui présentent le plus d'augmentation entre 2016 et 2018 sont les stations SB1 en sortie du rejet et Ref Canal du Rhône, alors qu'en 2016, cette dernière, était une des deux stations présentant le plus de baisses de contamination avec la station SB3.

Ces résultats ne se retrouvent pas forcément dans l'analyse de la **contamination des moules**.

En 2018, comme en 2016, la quasi-totalité des contaminants métalliques se retrouve dans les moules dans des concentrations peu **élevées à faibles, voire très faibles**. La contamination par les métaux des moules de la darse a beaucoup diminué entre les deux suivis pour la plupart des stations. Certains éléments sont toutefois présents à des concentrations légèrement plus élevées aux points de prélèvement situés à proximité du rejet (MV1, MV2) et au niveau des stations de référence situées aux extrémités de la zone d'étude (surtout MV Ref Sud). En 2018, l'impact du rejet sur la contamination des moules est considéré comme « de base ».

Les concentrations différentes retrouvées dans **le sédiment et les moules** peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des **bio-indicateurs** et mettent en évidence des pollutions plutôt **chroniques** ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode **ponctuel de pollution**.

L'impact du rejet est donc plus élevé en 2018 qu'en 2016, notamment au droit du rejet (SB1) notamment pour tous les éléments organiques et les métaux.

Les valeurs mesurées sont cependant plutôt faibles à moyennes au regard des seuils existants et des données mesurées dans les réseaux de surveillance (REPOM, ROCCH) pour l'ensemble des stations excepté pour la stations de la Lagune et selon les éléments mesurés pour la station SB1 pour lesquelles les valeurs sont plutôt élevées au regard de ces seuils.

Les concentrations des différents **HAP** dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2018. Les concentrations sont légèrement plus importantes qu'en 2016 et la proportion de chaque congénère dans les échantillons est relativement équivalente. Comme en 2014 et 2016, les congénères les plus représentés sont le **phénanthrène et le fluoranthène**.

En revanche, la répartition des valeurs de concentration les plus élevées a évolué au sein de la zone d'étude. En 2016, la station SB4 présentait généralement les valeurs les plus élevées, notamment en fluoranthène, une substance prioritaire selon la DCE. En 2018 c'est plutôt la station **SB3, suivi de SB1 et SB2**, qui présentent de fortes concentrations.

Les stations situées au droit du rejet présentent une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse. L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

Aucune contamination et aucun impact du rejet sur la concentration en **PCB des sédiments** ne sont observés en 2018.

Dans les **moules**, la concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques a légèrement augmenté en 2018. La station présentant la valeur la plus élevée de **HAP** (totaux) est la station MV Ref Arcelor avec 5,2



mg/kg MS. Les autres stations présentent des valeurs très faibles. Parmi les congénères analysés, plusieurs ont vu leur concentration légèrement augmenter sur à peu près toutes les stations notamment le benzo(b)fluoranthène et le benzo(k)fluoranthène.

L'ensemble de la contamination en PCB a diminué dans la darse entre 2014 et 2018. Les mesures effectuées au niveau des différentes stations montrent des valeurs plus élevées (bien que faibles) au niveau des stations MV Ref Canal du Rhône, MV1 et MV2. Les stations situées en sortie de rejet (MV1 et MV2) semblent être très légèrement influencées en 2018.

L'impact du rejet sur la contamination en HAP et en PCB peut être considérée comme négligeable en 2018 bien qu'un apport semble être mesuré par l'analyse de l'indice hydrocarbure sur les sédiments.

L'analyse des données écologiques recueillies entre 2008 et 2018 semble indiquer qu'il y ait un **dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années**. D'une année sur l'autre, les espèces majoritaires ou structurantes sont effectivement plus ou moins abondantes ou même différentes. Cette forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due aux facteurs environnementaux qui influent fortement sur le milieu et ont donc une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu. Les paramètres fluctuent donc d'une année à l'autre. **Les résultats obtenus en 2018 témoignent de perturbations au droit du rejet et sur les stations de références équivalentes aux suivis antérieurs (2012-2016).**

L'analyse des données benthiques n'indiquent pas de relations fortes et significatives entre l'influence éventuelle du rejet ASCO INDUSTRIES et les perturbations des indices écologiques mesurées dans les échantillons en 2018 et depuis 2008.

L'analyse des différents compartiments (sédiment, matière vivante et peuplements benthique) montre que le rejet a une incidence notable en 2018 sur son milieu récepteur. Des fluctuations de certains paramètres analysés indiquent qu'il contribue ponctuellement à la contamination du milieu, notamment aux vues des résultats des éléments (métaux, éléments organiques) mesurés dans les sédiments au droit du rejet (SB1). Il est à noter que la darse est soumise à de multiple source d'apport et les évolutions du milieu y apparaissent complexe d'un suivi à l'autre.

Dans ce contexte, nous préconisons de poursuivre ce suivi tous les deux ans.

BIBLIOGRAPHIE

- ALZIEU C. 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed.Ifremer, 248 p.
- ANDRAL B., ALZIEU C., BERTRANDY M-C., BOISSERRY P., DAURE S., PATRONE., REBOUILLON P., THEBAULT H., 2002. Les guides méthodologiques du RLM. Evaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment. Réseau Littoral Méditerranéen.
- ANDRAL B., TOMASINO C., 2004. Réseau Intégrateurs Biologiques – RINBIO 2003 : Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation des stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2003. Ifremer publ., 75 p.
- ANDRAL B., TOMASINO C., 2007. Réseau Intégrateurs Biologiques – RINBIO 2006 : Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation des stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2006. Ifremer publ., 102 p.
- BRAVARD J.P. & CLEMENT A., 2008. Le Rhône en 100 questions. Zone Atelier du Bassin du Rhône. 297pp.
- CQEL 13 – DDTM 13 / Service de la Mer et du Littoral / REPOM 2014 – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.
- CREOCEAN, 2008. Etude d'impact des rejets aqueux sur le milieu marin de la Darse 1. ASCO INDUSTRIE/CREOCEAN.
- HERMAND R., 2008. Réponse d'une communauté macrobenthique méditerranéenne soumise à des apports sédimentaires allochtones naturels ou anthropiques. Thèse de doctorat – Université Aix-Marseille II. 234pp.
- IFREMER, 2008. Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires - Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.



- IFREMER, 2010. RINBIO 2009 – Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2009. 88pp.
- IFREMER, 2012. Qualité du Milieu Marin Littoral – Bulletin de la surveillance 2011. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse. Rapport RST/ODE/LER-PAC/12-08, 80 p.
- IFREMER, 2013. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Rhône et côtiers méditerranéens », 132pp.
- IFREMER, 2014. Qualité du Milieu Marin Littoral – Bulletin de la surveillance 2013. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse. Rapport ODE/LITTORAL/LER-PAC/14-07, 81 p.
- IFREMER, 2018. Marco-Miralles Françoise, Orsoni Valerie, Brach-Papa Christophe. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2017. Départements des Bouches du Rhône, du Var, des Alpes Maritimes et de Haute-Corse. ODE/UL/LER-PAC/18-06.
- LICARI M-L., 1998. Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire. IARE / Région PACA / Agence de l'Eau RMC, 315 p.
- RNO, 2006. Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 2006. Ifremer et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. ISSN 1620-1124
- OSPAR, 2004. Lignes directrices OSPAR remaniées sur la gestion des matériaux de dragage. 33 p.
- SAFEGE, 2011. Suivi de l'impact des rejets d'ASCO INDUSTRIE sur le milieu marin. ASCO INDUSTRIE/SAFEGE.
- NORTEKMED / OCEANIDES, 2010. Projet de réaménagement des plages du golfe de Fos – Mesures des courants marins et de houle / Mesures météorologiques. SAN Ouest Provence. 96pp.
- ULSES C., 2002. Modélisation de la circulation dans le golfe de Fos. Rapport de stage (3ème année d'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Marseille). 109pp.



ANNEXES

BORDEREAUX D'ANALYSE DU LABORATOIRE EUROFINIS



SETEC IN VIVO
Monsieur Marc CHENOZ
4 Place Sadi Carnot
13002 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

Coordinateur de projet client : Marine Guth / MarineGuth@eurofins.com / +80 29020

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	SB1
002	Sédiments	(SED)	SB2
003	Sédiments	(SED)	SB3
004	Sédiments	(SED)	SB4
005	Sédiments	(SED)	S5
006	Sédiments	(SED)	S6
007	Sédiments	(SED)	SB Ref. Canal du Rhône
008	Sédiments	(SED)	SB Ref. Arcelor
009	Sédiments	(SED)	SB Ref. Sud
010	Sédiments	(SED)	SE Lag Asco
011	Végétaux	(VEG)	moules MV1
012	Végétaux	(VEG)	moules MV2
013	Végétaux	(VEG)	moules MV3
014	Végétaux	(VEG)	moules MV4
015	Végétaux	(VEG)	moules SV ref canal du rhone
016	Végétaux	(VEG)	MV ref SUD
017	Végétaux	(VEG)	MV ref arcelor
018	Végétaux	(VEG)	echantillon moyen

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

001**SB1****SED**

21/09/2018

002**SB2****SED**

21/09/2018

003**SB3****SED**

21/09/2018

004**SB4****SED**

21/09/2018

005**S5****SED**

21/09/2018

006**S6****SED**

20/09/2018

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : **Séchage à 40°C**LSA07 : **Matière sèche**XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**LS02G : **Centrifugation de
l'échantillon**LKX80 : **Mise en solution KCl**

Mesures physiques

LS08F : **Granulométrie laser à pas variable (0 à 2
000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm**

Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm

Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm

Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm

Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm

Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm

LS918 : **Masse volumique sur
échantillon brut**LS901 : **Matières organiques à
500°C (= MVS Mat. Volatiles)**LS995 : **Perte au feu à 550°C**

Analyses immédiates

LSL4H : **pH H2O**

pH extrait à l'eau

Température de mesure du pH

Indices de pollution

LS904 : **Mise en solution****(Lixiviation 1 heure) - L/S = 10**LS0DR : **Fluorure soluble**LS1MD : **Nitrate soluble (NO3)**LS1ME : **Nitrite soluble (NO2)**LS916 : **Azote Kjeldahl (NTK)**LS897 : **Chrome (VI) soluble**LS917 : **Cyanures totaux**LS1Z8 : **Ammonium extrait au KCL
(NH4)**

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

001**SB1****SED**

21/09/2018

002**SB2****SED**

21/09/2018

003**SB3****SED**

21/09/2018

004**SB4****SED**

21/09/2018

005**S5****SED**

21/09/2018

006**S6****SED**

20/09/2018

Indices de pollution

LSKSM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	mg/kg M.S.	*	23300	*	23200	*	27000	*	25400	*	22400	*	12200
---	------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	*	11000	*	11600	*	12700	*	10900	*	10700	*	7860
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	*	19.0	*	11.8	*	16.9	*	12.9	*	14.0	*	8.68
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	58.7	*	24.6	*	27.7	*	24.7	*	22.9	*	15.2
LS875 : Etain (Sn)	mg/kg M.S.	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00
LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S.	*	46100	*	35700	*	34600	*	30700	*	31200	*	24600
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	*	515	*	468	*	583	*	487	*	458	*	384
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	39.0	*	24.0	*	27.8	*	24.5	*	22.0	*	17.6
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	896	*	572	*	660	*	592	*	557	*	547
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	72.4	*	28.2	*	34.7	*	31.8	*	27.3	*	19.7
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	497	*	83.3	*	94.3	*	92.0	*	78.2	*	64.2
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	0.22	*	0.17	*	<0.10	*	<0.10
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.28	*	0.14	*	0.14	*	0.15	*	0.13	*	0.13
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	179	*	37.5	*	36.5	*	38.1	*	34.0	*	26.6
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		2050		1310		1510		1360		1280		1250

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)													
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	215	*	48.7	*	102	*	92.0	*	38.4	*	57.4
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		7.59		7.66		7.76		2.86		1.81		0.35
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		11.6		12.3		19.7		17.8		5.65		8.14
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		91.5		18.3		43.7		41.4		21.1		28.4
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		104		10.5		31.0		30.0		9.79		20.5

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)													
Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.054	*	0.061	*	0.073	*	0.065	*	0.065	*	0.034
Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	0.013	*	0.014	*	0.015	*	0.012	*	0.016	*	0.01
Acénaphtène	mg/kg M.S.	*	0.0079	*	0.0093	*	0.011	*	0.0081	*	0.0093	*	0.0079
Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.029	*	0.03	*	0.036	*	0.025	*	0.029	*	0.019

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	SB1	SB2	SB3	SB4	S5	S6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	20/09/2018

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.12	*	0.12	*	0.15	*	0.11	*	0.13	*	0.079
Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.021	*	0.023	*	0.028	*	0.021	*	0.025	*	0.022
Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.13	*	0.12	*	0.16	*	0.12	*	0.12	*	0.098
Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.096	*	0.092	*	0.11	*	0.079	*	0.097	*	0.073
Benzo(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.066	*	0.07	*	0.092	*	0.054	*	0.075	*	0.054
Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.077	*	0.074	*	0.098	*	0.068	*	0.078	*	0.055
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.11	*	0.12	*	0.15	*	0.092	*	0.13	*	0.095
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.023	*	0.049	*	0.061	*	0.019	*	0.048	*	0.022
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.085	*	0.082	*	0.11	*	0.066	*	0.087	*	0.063
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.027	*	0.026	*	0.032	*	0.024	*	0.027	*	0.021
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.06	*	0.059	*	0.073	*	0.056	*	0.065	*	0.05
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.049	*	0.052	*	0.062	*	0.056	*	0.056	*	0.044
Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.97		1.0		1.3		0.88		1.1		0.75

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
PCB 101	mg/kg M.S.	*	0.0017	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0013
PCB 118	mg/kg M.S.	*	0.0012	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
PCB 138	mg/kg M.S.	*	0.0079	*	0.002	*	0.0017	*	0.0021	*	0.0018	*	0.0042
PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0093	*	0.0025	*	0.0022	*	0.0031	*	0.0024	*	0.006
PCB 180	mg/kg M.S.	*	0.0078	*	0.0016	*	<0.001	*	0.0013	*	0.001	*	0.0041
SOMME PCB (7)	mg/kg M.S.		0.028		0.0061		0.0039		0.0065		0.0052		0.016

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007	008	009	010	011	012
SB Ref. Canal du Rhône SED	SB Ref. Arcelor SED	SB Ref. Sud SED	SE Lag Asco SED	moules MV1 VEG	moules MV2 VEG
21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	20/09/2018	20/09/2018

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : Séchage à 40°C	% P.B.	*	-	*	-	*	-	*	-
LSA07 : Matière sèche	% P.B.	*	57.8	*	48.9	*	72.4	*	8.72
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	29.6	*	17.2	*	5.32	*	-
LS02G : Centrifugation de l'échantillon			Fait		Fait		Fait		Fait
LKX80 : Mise en solution KCl			-		-		-		-

Mesures physiques

LS08F : Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm									
Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm	%	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm	%	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm	%	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm	%	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm	%	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint	*	Cf détail ci-joint
LS918 : Masse volumique sur échantillon brut	g/cm³		1.52		1.14		1.57		0.78
LS901 : Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	% MS		7.8		8.6		2.1		17.2
LS995 : Perte au feu à 550°C	% MS		8.41		11.1		1.03		16.2

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O							
pH extrait à l'eau		9.1	9.0	9.3	7.8		
Température de mesure du pH	°C	21	21	21	21		

Indices de pollution

LS904 : Mise en solution (Lixiviation 1 heure) - L/S = 10		Fait	Fait	Fait	Fait		
LS0DR : Fluorure soluble	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	35.8		
LS1MD : Nitrate soluble (NO3)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.1	<20.0	<122		
LS1ME : Nitrite soluble (NO2)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0		
LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	*	1.6	*	1.6	*	<0.5
LS897 : Chrome (VI) soluble	mg/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		
LS917 : Cyanures totaux	mg/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<2.8		
LS1Z8 : Ammonium extrait au KCL (NH4)	mg NH4/kg M.S.	203	34.7	<20.0	164		

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007	008	009	010	011	012
SB Ref. Canal	SB Ref.	SB Ref. Sud	SE Lag Asco	moules MV1	moules MV2
du Rhône	Arcelor				
SED	SED	SED	SED	VEG	VEG
21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	20/09/2018	20/09/2018

Indices de pollution

LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)

Carbone Organique Total par Combustion

Coefficient de variation (CV)

mg/kg M.S.

%

*	17300	*	21400	*	2520	*	38200
*		*		*	14.1	*	

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale -
Bloc chauffant

LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	*	10400	*	10000	*	4400	*	2790
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	*	9.03	*	11.3	*	4.19	*	41.8
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	22.8	*	21.8	*	<5.00	*	1140
LS875 : Etain (Sn)	mg/kg M.S.	*	<5.14	*	<5.00	*	<5.00	*	89.2
LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S.	*	25400	*	29200	*	9630	*	196000
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	*	419	*	467	*	289	*	7090
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	22.3	*	23.4	*	10.7	*	214
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	533	*	555	*	305	*	4520
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	25.0	*	28.4	*	6.18	*	1610
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	76.0	*	83.3	*	25.2	*	9120
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	*	0.11	*	0.12	*	<0.10	*	0.61
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.16	*	0.13	*	<0.10	*	0.93
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	28.5	*	32.3	*	10.5	*	1440
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		1220		1270		698		10400

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches)
(C10-C40)

Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	60.4	*	94.5	*	<15.0	*	6680
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		24.1		3.20		-		387
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		13.0		13.3		-		830
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		15.8		37.5		-		3120
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		7.51		40.6		-		2340

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
(16 HAPs)

Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.034	*	0.071	*	0.0047	*	0.049
Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	0.0065	*	0.011	*	<0.0021	*	0.0093

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007	008	009	010	011	012
SB Ref. Canal	SB Ref.	SB Ref. Sud	SE Lag Asco	moules MV1	moules MV2
du Rhône	Arcelor				
SED	SED	SED	SED	VEG	VEG
21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	20/09/2018	20/09/2018

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

Acénaphthène	mg/kg M.S.	*	0.0051	*	0.0074	*	<0.0021	*	0.012
Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.016	*	0.027	*	<0.0021	*	0.029
Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.056	*	0.1	*	0.0039	*	0.081
Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.013	*	0.02	*	0.0023	*	0.016
Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.074	*	0.1	*	0.0032	*	0.027
Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.051	*	0.073	*	0.0029	*	0.075
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.031	*	0.058	*	<0.0021	*	0.029
Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.038	*	0.065	*	<0.0021	*	0.021
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.054	*	0.08	*	0.0023	*	0.06
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.011	*	0.015	*	<0.0021	*	0.012
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.042	*	0.062	*	<0.0021	*	0.035
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.013	*	0.02	*	<0.0021	*	0.017
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.033	*	0.049	*	<0.0021	*	0.047
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.032	*	0.048	*	<0.0021	*	0.033
Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.51		0.81		0.019		0.55

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.016
PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0083
PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0091
PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0047
PCB 138	mg/kg M.S.	*	0.0016	*	<0.001	*	<0.001	*	0.034
PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0021	*	0.004	*	<0.001	*	0.043
PCB 180	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	0.002	*	<0.001	*	0.03
SOMME PCB (7)	mg/kg M.S.		0.0037		0.006		<0.001		0.15

Sous-traitance | Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg)

GFL11 : Polychlorobiphényles (12 WHO PCB + 6 DIN PCB) : aliments pour bébés, épices, foie, chocolat

Prestation soustraite à Eurofins GfA Lab Service GmbH DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

PCB 77	pg/g	*	17.1	*	13.5
PCB 81	pg/g	*	1.12	*	< 0.891
PCB 105	pg/g	*	207	*	196
PCB 114	pg/g	*	7.41	*	7.51

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007	008	009	010	011	012
SB Ref. Canal du Rhône SED	SB Ref. Arcelor SED	SB Ref. Sud SED	SE Lag Asco SED	moules MV1 VEG	moules MV2 VEG
21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	20/09/2018	20/09/2018

Sous-traitance | Eurofins GfA Lab Service Gmbh (Hamburg)

GFL11 : Polychlorobiphényles (12 WHO PCB + 6 DIN PCB) : aliments pour bébés, épices, foie, chocolat

Prestation soustraite à Eurofins GfA Lab Service GmbH DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

	007	008	009	010	011	012
PCB 118					* 778	* 749
PCB 123					* 9.13	* 10.1
PCB 126					* 6.92	* 6.83
PCB 156					* 142	* < 7.26
PCB 157					* 28.0	* < 1.35
PCB 167					* 115	* 122
PCB 169					* < 3.79	* < 3.96
PCB 189					* 20.6	* 20.4
PCB de type dioxine (OMS 2005 PCB-TEQ) 1/2 LOQ					* 0.790	* 0.777
PCB de type dioxine (OMS 2005 PCB-TEQ) sans LOQ					* 0.733	* 0.718
PCB de type dioxine (OMS 2005 PCB-TEQ) avec LOQ					* 0.847	* 0.837
PCB 28					* < 0.315	* < 0.330
PCB 52					* < 0.315	* < 0.330
PCB 101					* 1.62	* 1.53
PCB 138					* 3.58	* 3.58
PCB 153					* 6.60	* 6.76
PCB 180					* 0.738	* 0.640
Total 6 ndl-PCB (sauf le PCB 118) avec 1/2 LOQ					* 12.9	* 12.8
Total 6 ndl-PCB (sauf le PCB 118) excl. LOQ					* 12.5	* 12.5
Total 6 ndl-PCB (sauf PCB 118) incl. LOQ					* 13.2	* 13.2

Sous-traitance | Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)

JJ0CT : Aluminium (Al)	mg/kg				* 88	* 61
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00						
J8312 : Arsenic (As)	mg/kg				* 2.6	* 3.1
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00						
J8308 : Cadmium (Cd)	mg/kg				* 0.07	* 0.1
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00						

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007	008	009	010	011	012
SB Ref. Canal	SB Ref.	SB Ref. Sud	SE Lag Asco	moules MV1	moules MV2
du Rhône	Arcelor				
SED	SED	SED	SED	VEG	VEG
21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	20/09/2018	20/09/2018

Sous-traitance | Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)

JJ0CG : Chrome (Cr)	mg/kg				*	0.37	*	0.29
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
JJW2B : Cuivre	mg/kg				*	0.9	*	0.9
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Non accrédité)								
JJ0CV : Etain (ICP-MS, aliments)	mg/kg				*	<0.2 *	*	<0.2 *
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
JJ0CJ : Fer (Fe) (ICP-MS, aliments)	mg/kg				*	81	*	51
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
JJ0CI : Manganèse (ICP-MS, aliments)	mg/kg				*	7.9	*	10
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
JCHG2 : Mercure (Hg) - ICP-MS	mg/kg				*	<0.005 *	*	0.008
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
JJ0CM : Nickel (Ni)	mg/kg				*	0.2	*	<0.1 *
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
J8306 : Plomb (Pb)	mg/kg				*	0.37	*	0.39
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
JJ0CR : Zinc (ICP-MS, aliments)	mg/kg				*	29	*	44
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
J1001 : Préparation échantillon					*			
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								

Sous-traitance | Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)

JC00V : HAP selon EU 208/2005 (15+1)								
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00								
Cyclopenta(cd)pyrene	µg/kg				*	<1 *	*	<1 *
Benzo(a)pyrène	µg/kg				*	<0.5 *	*	<0.5 *
Benzo-(j)-fluoranthène	µg/kg				*	0.5	*	<0.5 *

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007
SB Ref. Canal
du Rhône
SED
008
SB Ref.
Arcelor
SED
009
SB Ref. Sud
SED
010
SE Lag Asco
SED
011
moules MV1
VEG
012
moules MV2
VEG

21/09/2018

21/09/2018

21/09/2018

21/09/2018

20/09/2018

20/09/2018

Sous-traitance | Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)

JC00V : HAP selon EU 208/2005 (15+1)
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN
ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00

Dibenzo(a,e)pyrène	µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrène	µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrène	µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrène	µg/kg
5-Methylchrysène	µg/kg
Benzo(a)-anthracène	µg/kg
Chrysène	µg/kg
Benzo(b)fluoranthène	µg/kg
Benzo(k)fluoranthène	µg/kg
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/kg
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg
Benzo(ghi)Pérylène	µg/kg
Somme des H.A.P. détectés	µg/kg
Somme HAP 4	µg/kg
Benzo(c)-fluorène	µg/kg

*	<1 *	*	<1 *
*	<1 *	*	<1 *
*	<1 *	*	<1 *
*	<1 *	*	<1 *
*	<1 *	*	<1 *
*	<0.5 *	*	<0.5 *
*	0.5	*	<0.5 *
*	0.7	*	<0.5 *
*	<0.5 *	*	<0.5 *
*	<0.5 *	*	<0.5 *
*	<0.5 *	*	<0.5 *
*	<0.5 *	*	<0.5 *
*	1.7	*	Nicht berechenbar
*	1.2	*	Nicht berechenbar
*	<1 *	*	<1 *

JCMP1 : Huile minérale C10-56 (MOSH, POSH)
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN
ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00

Ordre de grandeur	
Huile minérale saturée	mg/kg

*	C16-C44	*	C16 - C46
*	3.7	*	4.1
*		*	

JCP00 : Préparation HAP :
Saponification
Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

013	014	015	016	017	018
moules MV3	moules MV4	moules SV ref canal du rhône VEG	MV ref SUD	MV ref arcelor VEG	echantillon moyen
VEG	VEG	VEG	VEG	VEG	VEG
20/09/2018	20/09/2018	20/09/2018	20/09/2018	20/09/2018	05/12/2018

Sous-traitance | Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg)

GFL11 : Polychlorobiphényles (12 WHO PCB + 6
DIN PCB) : aliments pour bébés, épices, foie,
chocolat

Prestation soustraite à Eurofins GfA Lab Service GmbH DIN EN
ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

PCB 77	pg/g	*	10.9	*	12.3	*	13.9	*	8.21	*	14.8
PCB 81	pg/g	*	< 0.823	*	1.23	*	2.10	*	0.979	*	0.869
PCB 105	pg/g	*	154	*	151	*	230	*	110	*	170
PCB 114	pg/g	*	8.53	*	9.61	*	12.9	*	4.43	*	6.87
PCB 118	pg/g	*	604	*	614	*	908	*	409	*	650
PCB 123	pg/g	*	5.85	*	9.55	*	9.76	*	4.51	*	7.61
PCB 126	pg/g	*	3.67	*	4.44	*	4.59	*	3.34	*	7.41
PCB 156	pg/g	*	103	*	97.5	*	123	*	70.3	*	140
PCB 157	pg/g	*	22.3	*	20.3	*	28.2	*	14.6	*	29.4
PCB 167	pg/g	*	77.8	*	82.8	*	92.0	*	51.9	*	114
PCB 169	pg/g	*	< 3.66	*	< 3.72	*	< 3.93	*	< 3.61	*	< 3.45
PCB 189	pg/g	*	15.2	*	14.3	*	18.4	*	10.6	*	20.1
PCB de type dioxine (OMS 2005 PCB-TEQ)	pg/g	*	0.453	*	0.532	*	0.562	*	0.409	*	0.828
1/2 LOQ											
PCB de type dioxine (OMS 2005 PCB-TEQ)	pg/g	*	0.398	*	0.476	*	0.503	*	0.355	*	0.776
sans LOQ											
PCB de type dioxine (OMS 2005 PCB-TEQ)	pg/g	*	0.508	*	0.587	*	0.621	*	0.463	*	0.880
avec LOQ											
PCB 28	ng/g	*	< 0.305	*	< 0.310	*	< 0.328	*	< 0.301	*	< 0.287
PCB 52	ng/g	*	< 0.305	*	< 0.310	*	0.410	*	< 0.301	*	< 0.287
PCB 101	ng/g	*	1.41	*	1.24	*	1.82	*	0.948	*	1.11
PCB 138	ng/g	*	2.99	*	2.85	*	3.74	*	1.81	*	3.31
PCB 153	ng/g	*	6.08	*	5.41	*	7.17	*	3.75	*	5.75
PCB 180	ng/g	*	0.504	*	0.541	*	0.863	*	0.366	*	0.760
Total 6 ndl-PCB (sauf le PCB 118) avec 1/2 LOQ	ng/g	*	11.3	*	10.3	*	14.2	*	7.17	*	11.2
Total 6 ndl-PCB (sauf le PCB 118) excl. LOQ	ng/g	*	11.0	*	10.0	*	14.0	*	6.87	*	10.9
Total 6 ndl-PCB (sauf PCB 118) incl. LOQ	ng/g	*	11.6	*	10.7	*	14.3	*	7.48	*	11.5

Sous-traitance | Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)

J1032 : Aluminium (Al) mg/kg

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JJ0CT : Aluminium (Al) mg/kg

	*	79		*	120		
*	63		*	48		*	75

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

013
moules MV3**014**
moules MV4**015**
moules SV
ref canal du
rhône
VEG**016**
MV ref SUD**017**
MV ref
arcelor**018**
echantillon
moyen

VEG

VEG

VEG

VEG

VEG

20/09/2018

20/09/2018

20/09/2018

20/09/2018

20/09/2018

05/12/2018

Sous-traitance | Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

J8312 : Arsenic (As)

mg/kg

*

2.6

*

2.3

*

2.4

*

3.1

*

2.5

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

J8308 : Cadmium (Cd)

mg/kg

*

0.08

*

0.09

*

0.07

*

0.09

*

0.07

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JJ0CG : Chrome (Cr)

mg/kg

*

0.36

*

0.33

*

0.14

*

0.36

*

0.32

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JJW2B : Cuivre

mg/kg

*

0.8

*

0.8

*

0.9

*

1.1

*

0.7

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH (Non accrédité)

JJ0CV : Etain (ICP-MS, aliments)

mg/kg

*

<0.2 *

*

<0.2 *

*

<0.2 *

*

<0.2 *

*

<0.2 *

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JJ0CJ : Fer (Fe) (ICP-MS, aliments)

mg/kg

*

54

*

61

*

38

*

94

*

66

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JJ0CI : Manganèse (ICP-MS, aliments)

mg/kg

*

5.7

*

6.8

*

2.5

*

4.8

*

2.7

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JCHG2 : Mercure (Hg) - ICP-MS

mg/kg

*

0.007

*

0.009

*

<0.005 *

*

<0.005 *

*

0.009

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JJ0CM : Nickel (Ni)

mg/kg

*

0.2

*

0.2

*

0.2

*

0.3

*

0.2

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

J8306 : Plomb (Pb)

mg/kg

*

0.17

*

0.23

*

0.09

*

0.28

*

0.18

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

JJ0CR : Zinc (ICP-MS, aliments)

mg/kg

*

27

*

24

*

19

*

25

*

24

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants
GmbH EN ISO/IEC 17025:2005 DAKKS
D-PL-14602-01-00

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

013
moules MV3
014
moules MV4
015
moules SV
ref canal du
rhône
VEG
016
MV ref SUD
017
MV ref
arcelor
VEG
018
echantillon
moyen
VEG
VEG**VEG****VEG****VEG****VEG****VEG**

20/09/2018

20/09/2018

20/09/2018

20/09/2018

20/09/2018

05/12/2018

Sous-traitance | Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)

JC00V : HAP selon EU 208/2005 (15+1)

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN

ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00

Cyclopenta(cd)pyrene	µg/kg	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *
Benzo(a)pyrène	µg/kg	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *
Benzo(j)-fluoranthène	µg/kg	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	1.0
Dibenzo(a,e)pyrène	µg/kg	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *
Dibenzo(a,h)pyrène	µg/kg	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *
Dibenzo(a,i)pyrène	µg/kg	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *
Dibenzo(a,l)pyrène	µg/kg	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *
5-Methylchrysène	µg/kg	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *
Benzo(a)-anthracène	µg/kg	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	0.5
Chrysène	µg/kg	*	0.5	*	<0.5 *	*	0.6	*	0.5
Benzo(b)fluoranthène	µg/kg	*	0.5	*	0.7	*	0.8	*	1.7
Benzo(k)fluoranthène	µg/kg	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	0.8
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/kg	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	<0.5 *
Benzo(ghi)Pérylène	µg/kg	*	<0.5 *	*	<0.5 *	*	0.6	*	0.7
Somme des H.A.P. détectés	µg/kg	*	1.0	*	0.7	*	2.0	*	5.2
Somme HAP 4	µg/kg	*	1.0	*	0.7	*	1.4	*	2.7
Benzo(c)-fluorène	µg/kg	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *	*	<1 *

JCMP1 : Huile minérale C10-56 (MOSH, POSH)

Prestation soustraite à Eurofins WEJ Contaminants GmbH EN

ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-14602-01-00

Ordre de grandeur		*	C16-C44	*	C14-C62	*	C16-C44	*	C16-54	*	C16 - C44
Huile minerale saturée	mg/kg	*	2.6	*	3.6	*	1.6	*	4.4	*	4.2

Sous-traitance

**LS0S5 : Sous traitance analyses
spécifiques**

D : détecté / ND : non détecté

Ci joint

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E107826

Version du : 14/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Date de réception : 20/09/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-179814-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018

Nom Projet : ASCOMETAL 2018

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Référence Commande :

Observations	N° Ech	Réf client
En raison de la nature de l'échantillon, le prétraitement (émottage/tamissage) n'a pu être réalisé selon le protocole. Le refus n'a pu être effectué.	(010)	SE Lag Asco
En raison d'une trop faible proportion de l'échantillon sur au moins l'une de ses tranches, la répétabilité des résultats de 2 mesures successives n'a pu être obtenue après 3 relances. La valeur de la mesure granulométrique déterminée lors de la première prise d'essai sera retenue dans le rapport.	(010)	SE Lag Asco

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 19 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



Stéphanie André
Responsable Service Clients

Annexe technique

Dossier N° : 18E107826

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-386678

Nom projet : ASCOMETAL 2018

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LKX80	Mise en solution KCl	Technique - Méthode interne			Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS02G	Centrifugation de l'échantillon	Centrifugation -			
LS08F	Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne		% % % % %	
LS0DR	Fluorure soluble	Potentiométrie (ESI) [Electrode spécifique] - Dosage selon NF T 90-004	20	mg/kg M.S.	
LS1MD	Nitrate soluble (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1	20	mg/kg M.S.	
LS1ME	Nitrite soluble (NO2)		20	mg/kg M.S.	
LS1Z8	Ammonium extrait au KCL (NH4)	Titrimétrie [Distillation] - Méthode interne selon NFT 90-015-1	20	mg NH4/kg M.S.	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	5	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS875	Etain (Sn)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885	5	mg/kg M.S.	
LS876	Fer (Fe)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	5	mg/kg M.S.	
LS879	Manganèse (Mn)		1	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS897	Chrome (VI) soluble	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne selon NF T 90-043	0.5	mg/kg M.S.	
LS901	Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	Combustion - adaptée de XP P 94-047	0.1	% MS	
LS904	Mise en solution (Lixiviation 1 heure) - L/S = 10	Lixiviation - Méthode interne			
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - NF EN 13342 - Méthode interne (Sols)	0.5	g/kg M.S.	
LS917	Cyanures totaux	Spectroscopie (FIA) [Extraction basique et dosage par flux continu] - NF EN ISO 17380+NF EN ISO 14403-2 (adapt. BO/SED)	0.5	mg/kg M.S.	
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne		g/cm³	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN ISO 16703 (Sols) - NF EN 14039 (Boue, Sédiments)	15	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN 13346 Méthode B	0.1	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1	% MS	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.	

Annexe technique

Dossier N° : 18E107826

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-386678

Nom projet : ASCOMETAL 2018

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
LSA33	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)			
	Naphtalène		0.002	mg/kg M.S.	
	Acénaphthylène		0.002	mg/kg M.S.	
	Acénaphthène		0.002	mg/kg M.S.	
	Fluorène		0.002	mg/kg M.S.	
	Phénanthrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
	Fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
	Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo-(a)-anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
	Chrysène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(a)pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	mg/kg M.S.	
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Somme des HAP			mg/kg M.S.	
LSA42	PCB congénères réglementaires (7)	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)			
	PCB 28		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 52		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 101		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 118		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 138		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 153		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 180		0.001	mg/kg M.S.	
	SOMME PCB (7)			mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSL4H	pH H2O	Potentiométrie - Ad. NF ISO 10390 (SED) NF EN 12176 (abrogée, BOU)			
	pH extrait à l'eau				
	Température de mesure du pH			°C	
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	Combustion [sèche] - NF EN 13137			
	Carbone Organique Total par Combustion		1000	mg/kg M.S.	
	Coefficient de variation (CV)			%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol)			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamissage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol)	1	% P.B.	

Annexe technique

Dossier N° : 18E107826

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

Végétaux

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	Benzo(k)fluoranthène		0.5	µg/kg	
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.5	µg/kg	
	Dibenzo(a,h)anthracène		0.5	µg/kg	
	Benzo(ghi)Pérylène		0.5	µg/kg	
	Somme des H.A.P. détectés			µg/kg	
	Somme HAP 4			µg/kg	
	Benzo-(c)-fluorène		1	µg/kg	
JCHG2	Mercure (Hg) - ICP-MS	ICP/MS - DIN EN ISO 15763 (2010)	0.005	mg/kg	
JCMP1	Huile minérale C10-56 (MOSH, POSH) Ordre de grandeur Huile minérale saturée	LC/GC/FID - interne	0.6	mg/kg	
JCP00	Préparation HAP : Saponification	Extraction - interne			
JJ0CG	Chrome (Cr)	ICP/MS - EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]	0.05	mg/kg	
JJ0CI	Manganèse (ICP-MS, aliments)		0.1	mg/kg	
JJ0CJ	Fer (Fe) (ICP-MS, aliments)		0.5	mg/kg	
JJ0CM	Nickel (Ni)		0.1	mg/kg	
JJ0CR	Zinc (ICP-MS, aliments)		0.5	mg/kg	
JJ0CT	Aluminium (Al)		0.5	mg/kg	
JJ0CV	Etain (ICP-MS, aliments)		0.2	mg/kg	
JJW2B	Cuivre		0.1	mg/kg	
LS0S5	Sous traitance analyses spécifiques				Eurofins Analyse pour l'Environnement France

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E107826

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-179814-02

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-386678

Nom projet : N° Projet : Suivi ASCOMETAL 2018
ASCOMETAL 2018

Référence commande :

Nom Commande : Suivi ASCOMETAL 2018

Sédiments

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E107826-001	SB1			
18E107826-002	SB2			
18E107826-003	SB3			
18E107826-004	SB4			
18E107826-005	S5			
18E107826-006	S6			
18E107826-007	SB Ref. Canal du Rhône			
18E107826-008	SB Ref. Arcelor			
18E107826-009	SB Ref. Sud			
18E107826-010	SE Lag Asco			

Végétaux

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E107826-011	moules MV1			
18E107826-012	moules MV2			
18E107826-013	moules MV3			
18E107826-014	moules MV4			
18E107826-015	moules SV ref canal du rhone			
18E107826-016	MV ref SUD			
18E107826-017	MV ref arcelor			
18E107826-018	echantillon moyen			

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e105826-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 10:49:54

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

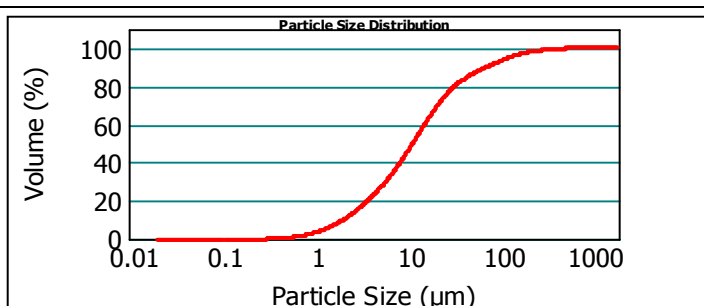
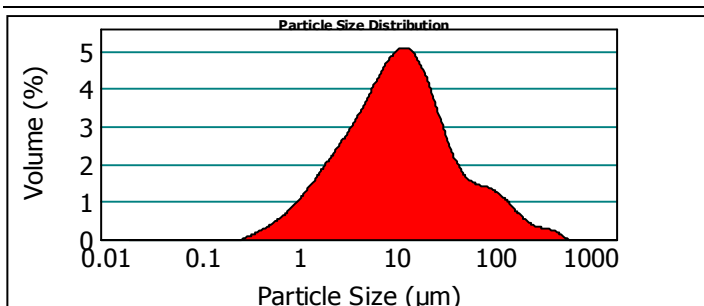
Surface spécifique : 1.16 m²/g **Moyenne :** 29.885 µm **Médiane :** 11.793 µm **Variance :** 3194.871 µm² **Ecart type :** 56.523 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.534 µm **Mode :** 13.323 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.49%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 67.08%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 88.58%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 97.69%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.49%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 57.59%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 18.96%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 11.65%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 21.49%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 9.11%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 2.31%



18e105826-001 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 10:49:54

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.15
1.000	6.35
2.000	3.06
2.500	8.17
4.000	17.08
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	6.84
10.000	13.32
15.000	2.11
16.000	7.01
20.000	10.56
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	5.33
40.000	3.06
50.000	2.54
63.000	4.32
100.000	3.20
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.58
200.000	0.81
250.000	0.47
300.000	0.56
400.000	0.34
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.14
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.15
2.000	9.49
2.500	12.55
4.000	20.72

Size (µm)	Vol Under %
8.000	37.81
10.000	44.65
15.000	57.97
16.000	60.08
20.000	67.08

Size (µm)	Vol Under %
30.000	77.64
40.000	82.98
50.000	86.04
63.000	88.58
100.000	92.90

Size (µm)	Vol Under %
150.000	96.10
200.000	97.69
250.000	98.49
300.000	98.96
400.000	99.52

Size (µm)	Vol Under %
500.000	99.86
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 10.53 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e105826-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 10:49:54

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

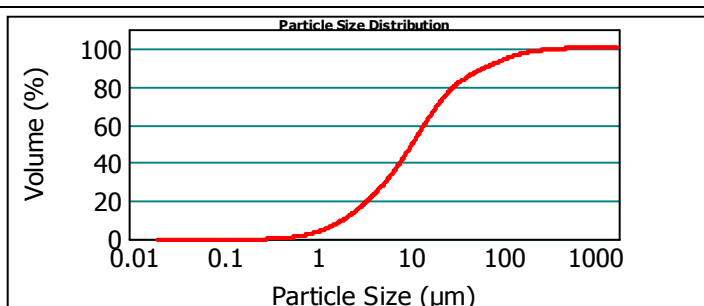
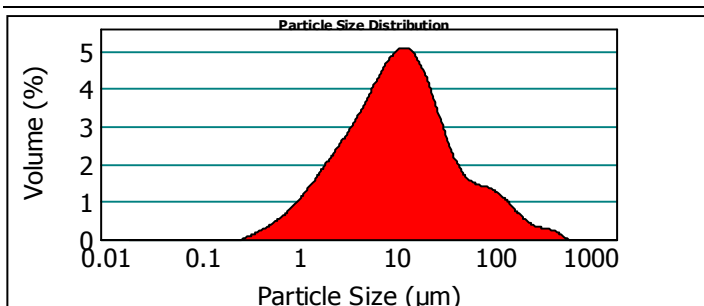
Surface spécifique : 1.16 m²/g **Moyenne :** 29.885 µm **Médiane :** 11.793 µm **Variance :** 3194.871 µm² **Ecart type :** 56.523 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.534 µm **Mode :** 13.323 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.49%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 67.08%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 88.58%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 97.69%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.49%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 57.59%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 18.96%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 11.65%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 21.49%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 9.11%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 2.31%



18e105826-001 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 10:49:54

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.15
1.000	6.35
2.000	3.06
2.500	8.17
4.000	17.08
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	6.84
10.000	13.32
15.000	2.11
16.000	7.01
20.000	10.56
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	5.33
40.000	3.06
50.000	2.54
63.000	4.32
100.000	3.20
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.58
200.000	0.81
250.000	0.47
300.000	0.56
400.000	0.34
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.14
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.15
2.000	9.49
2.500	12.55
4.000	20.72

Size (µm)	Vol Under %
8.000	37.81
10.000	44.65
15.000	57.97
16.000	60.08
20.000	67.08

Size (µm)	Vol Under %
30.000	77.64
40.000	82.98
50.000	86.04
63.000	88.58
100.000	92.90

Size (µm)	Vol Under %
150.000	96.10
200.000	97.69
250.000	98.49
300.000	98.96
400.000	99.52

Size (µm)	Vol Under %
500.000	99.86
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 10.53 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-002 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 09:20:48

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

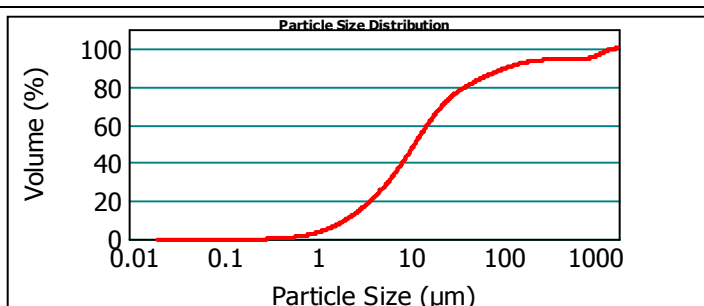
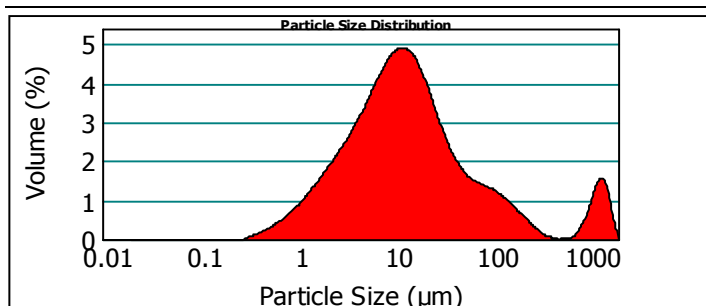
Surface spécifique : 1.08 m²/g **Moyenne :** 101.293 µm **Médiane :** 12.528 µm **Variance :** 95467.114 µm² **Ecart type :** 308.977 µm **Rapport moyenne/médiane :** 8.085 µm **Mode :** 12.170 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.66%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 64.25%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 83.86%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 92.68%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.66%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 55.58%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 17.13%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 11.30%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 19.61%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 8.82%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 7.32%



18e107826-002 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 09:20:48

Size (µm)	Volume In %
0.020	2.84
1.000	5.83
2.000	2.84
2.500	7.72
4.000	16.78
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	6.79
10.000	12.94
15.000	2.00
16.000	6.51
20.000	9.49
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	4.78
40.000	2.86
50.000	2.48
63.000	4.26
100.000	3.03
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.53
200.000	0.79
250.000	0.40
300.000	0.24
400.000	0.03
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.01
600.000	0.17
800.000	0.27
900.000	0.44
1000.000	3.57
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	1.41
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	2.84
2.000	8.66
2.500	11.50
4.000	19.22

Size (µm)	Vol Under %
8.000	36.00
10.000	42.79
15.000	55.74
16.000	57.74
20.000	64.25

Size (µm)	Vol Under %
30.000	73.74
40.000	78.52
50.000	81.38
63.000	83.86
100.000	88.11

Size (µm)	Vol Under %
150.000	91.15
200.000	92.68
250.000	93.47
300.000	93.87
400.000	94.11

Size (µm)	Vol Under %
500.000	94.14
600.000	94.14
800.000	94.31
900.000	94.58
1000.000	95.02

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	98.59
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 5.45 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-003 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 09:11:26

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

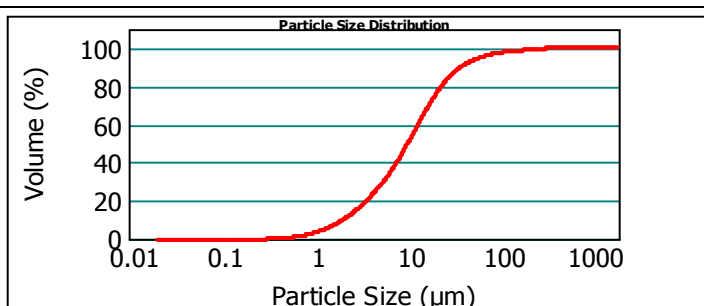
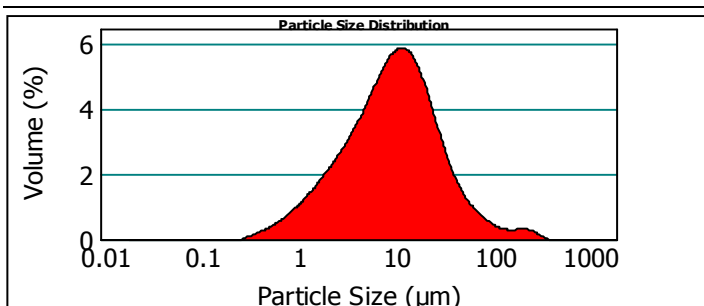
Surface spécifique : 1.22 m²/g **Moyenne :** 19.176 µm **Médiane :** 10.386 µm **Variance :** 1042.234 µm² **Ecart type :** 32.283 µm **Rapport moyenne/médiane :** 1.846 µm **Mode :** 12.590 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.59%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 74.19%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 95.18%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 99.08%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.59%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 64.60%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 19.03%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 5.86%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 21.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 3.90%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 0.92%



18e107826-003 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 09:11:26

Size (µm)	Volume In %
0.020	
1.000	3.17
2.000	6.42
2.500	3.14
4.000	8.65
8.000	19.25

Size (µm)	Volume In %
8.000	7.96
10.000	15.39
15.000	2.40
16.000	7.81
20.000	11.15
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	5.17
40.000	2.71
50.000	1.97
63.000	2.34
100.000	1.01
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	0.54
200.000	0.45
250.000	0.31
300.000	0.16
400.000	0.00
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.00
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.17
2.000	9.59
2.500	12.73
4.000	21.38

Size (µm)	Vol Under %
8.000	40.63
10.000	48.59
15.000	63.98
16.000	66.38
20.000	74.19

Size (µm)	Vol Under %
30.000	85.33
40.000	90.50
50.000	93.22
63.000	95.18
100.000	97.53

Size (µm)	Vol Under %
150.000	98.54
200.000	99.08
250.000	99.53
300.000	99.84
400.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
500.000	100.00
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 6.34 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-004 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 09:28:45

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

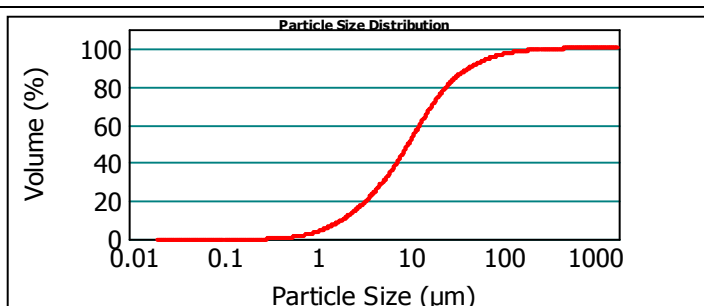
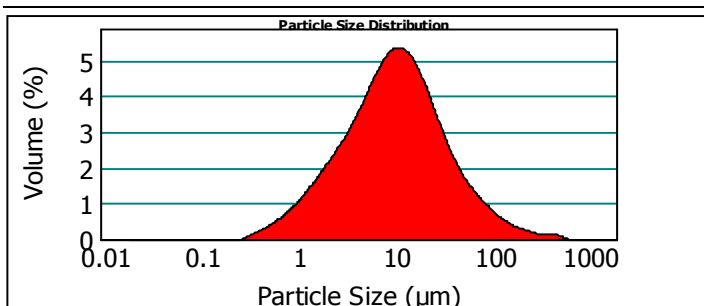
Surface spécifique : 1.22 m²/g **Moyenne :** 22.874 µm **Médiane :** 10.652 µm **Variance :** 1884.441 µm² **Ecart type :** 43.41 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.147 µm **Mode :** 11.713 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.80%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 71.14%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 92.80%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 98.82%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.80%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 61.33%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 19.10%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 8.58%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 21.67%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 6.01%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 1.18%



18e107826-004 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 09:28:45

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.28
1.000	6.53
2.000	3.16
2.500	8.59
4.000	18.73
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	7.51
10.000	14.10
15.000	2.17
16.000	7.06
20.000	10.50
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	5.42
40.000	3.19
50.000	2.56
63.000	3.52
100.000	1.76
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	0.74
200.000	0.40
250.000	0.23
300.000	0.26
400.000	0.20
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.10
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.28
2.000	9.80
2.500	12.96
4.000	21.55

Size (µm)	Vol Under %
8.000	40.29
10.000	47.80
15.000	61.91
16.000	64.07
20.000	71.14

Size (µm)	Vol Under %
30.000	81.63
40.000	87.05
50.000	90.24
63.000	92.80
100.000	96.32

Size (µm)	Vol Under %
150.000	98.08
200.000	98.82
250.000	99.21
300.000	99.45
400.000	99.70

Size (µm)	Vol Under %
500.000	99.90
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 13.50 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-005 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 09:05:16

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

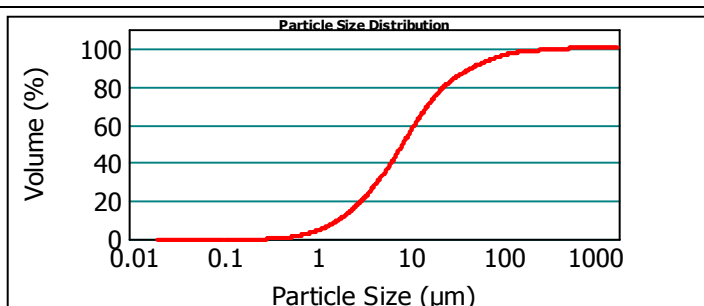
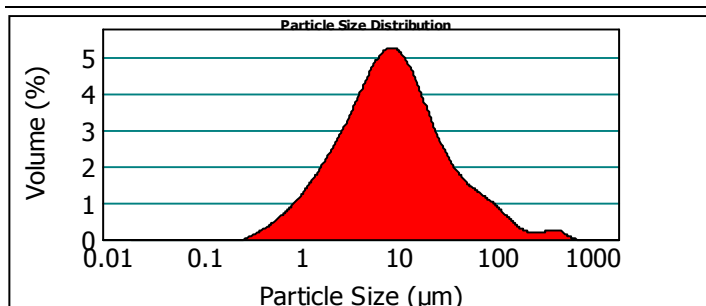
Surface spécifique : 1.32 m²/g **Moyenne :** 24.296 µm **Médiane :** 9.284 µm **Variance :** 2903.914 µm² **Ecart type :** 53.887 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.616 µm **Mode :** 9.354 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.94%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 73.86%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 91.79%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 98.43%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.94%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 62.92%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.60%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 8.98%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.93%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 6.65%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 1.57%



18e107826-005 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 09:05:16

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.66
1.000	7.28
2.000	3.53
2.500	9.76
4.000	20.67
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	7.66
10.000	13.31
15.000	1.92
16.000	6.07
20.000	8.54
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	4.37
40.000	2.69
50.000	2.33
63.000	3.70
100.000	2.14
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	0.81
200.000	0.34
250.000	0.21
300.000	0.39
400.000	0.36
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.21
600.000	0.06
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.66
2.000	10.94
2.500	14.47
4.000	24.22

Size (µm)	Vol Under %
8.000	44.90
10.000	52.56
15.000	65.87
16.000	67.79
20.000	73.86

Size (µm)	Vol Under %
30.000	82.40
40.000	86.77
50.000	89.45
63.000	91.79
100.000	95.48

Size (µm)	Vol Under %
150.000	97.62
200.000	98.43
250.000	98.77
300.000	98.98
400.000	99.36

Size (µm)	Vol Under %
500.000	99.73
600.000	99.94
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 9.98 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-006 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 10:16:52

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

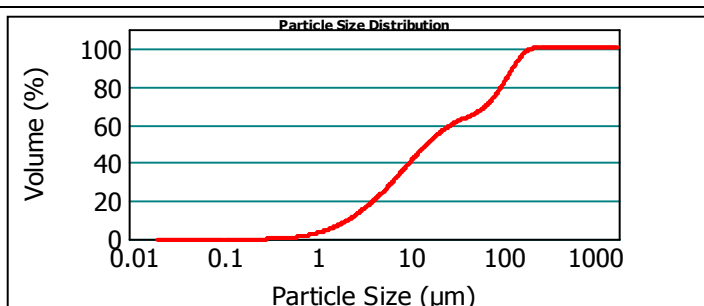
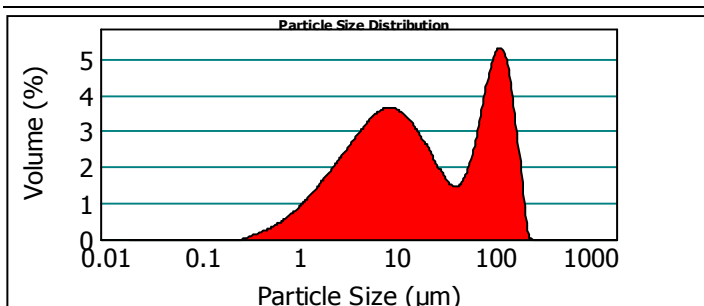
Surface spécifique : 0.978 m²/g **Moyenne :** 50.320 µm **Médiane :** 17.145 µm **Variance :** 3493.177 µm² **Ecart type :** 59.103 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.934 µm **Mode :** 127.199 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.08%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 52.98%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 67.36%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 98.22%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.08%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 44.91%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 11.74%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 33.49%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 14.37%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 30.86%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 1.78%



18e107826-006 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 10:16:52

Size (µm)	Volume In %
0.020	2.63
1.000	5.44
2.000	2.67
2.500	7.26
4.000	14.61
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	5.29
10.000	9.29
15.000	1.37
16.000	4.41
20.000	6.38
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	3.23
40.000	2.13
50.000	2.63
63.000	10.03
100.000	13.59
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	7.25
200.000	1.77
250.000	0.01
300.000	0.00
400.000	0.00
500.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.00
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	2.63
2.000	8.08
2.500	10.75
4.000	18.01

Size (µm)	Vol Under %
8.000	32.62
10.000	37.91
15.000	47.20
16.000	48.58
20.000	52.98

Size (µm)	Vol Under %
30.000	59.37
40.000	62.59
50.000	64.73
63.000	67.36
100.000	77.39

Size (µm)	Vol Under %
150.000	90.97
200.000	98.22
250.000	99.99
300.000	100.00
400.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
500.000	100.00
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 6.50 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-007 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 13:33:29

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

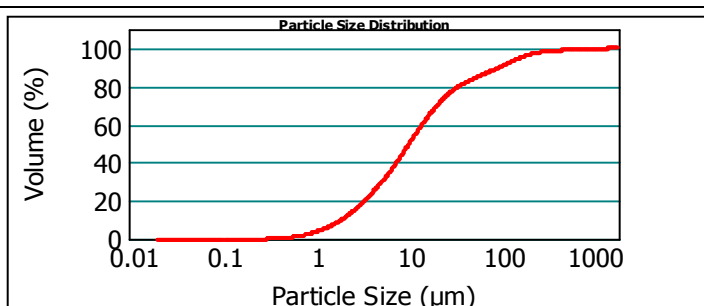
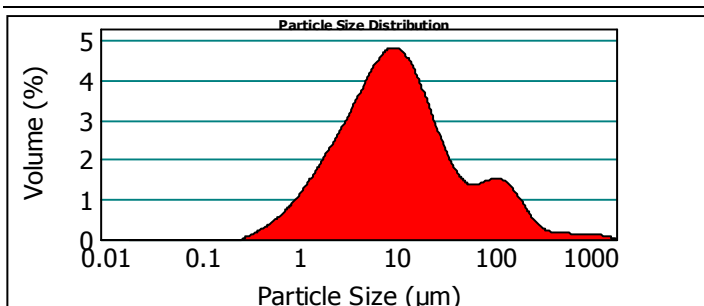
Surface spécifique : 1.21 m²/g **Moyenne :** 41.443 µm **Médiane :** 10.823 µm **Variance :** 13554.145 µm² **Ecart type :** 116.422 µm **Rapport moyenne/médiane :** 3.829 µm **Mode :** 10.396 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.06%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 67.87%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 85.55%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 96.16%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.06%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 57.81%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.49%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 12.79%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.67%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 10.61%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 3.84%



18e107826-007 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 13:33:29

Size (µm)	Volume In %
0.020	
1.000	3.33
2.000	6.73
2.500	3.28
4.000	8.89
8.000	18.35

Size (µm)	Volume In %
8.000	6.93
10.000	12.50
15.000	1.87
16.000	6.00
20.000	8.64
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	4.32
40.000	2.53
50.000	2.18
63.000	4.24
100.000	4.00
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	2.37
200.000	1.27
250.000	0.66
300.000	0.57
400.000	0.27
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.19
600.000	0.26
800.000	0.10
900.000	0.10
1000.000	0.31
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.10
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.33
2.000	10.06
2.500	13.34
4.000	22.23

Size (µm)	Vol Under %
8.000	40.58
10.000	47.51
15.000	60.01
16.000	61.87
20.000	67.87

Size (µm)	Vol Under %
30.000	76.52
40.000	80.83
50.000	83.36
63.000	85.55
100.000	89.78

Size (µm)	Vol Under %
150.000	93.78
200.000	96.16
250.000	97.43
300.000	98.09
400.000	98.66

Size (µm)	Vol Under %
500.000	98.93
600.000	99.12
800.000	99.39
900.000	99.49
1000.000	99.59

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	99.90
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 13.30 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-008 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 11:29:18

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

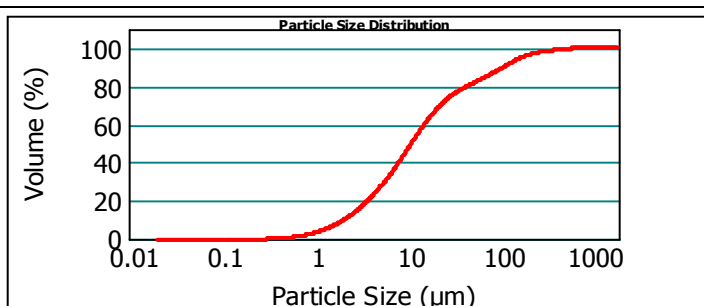
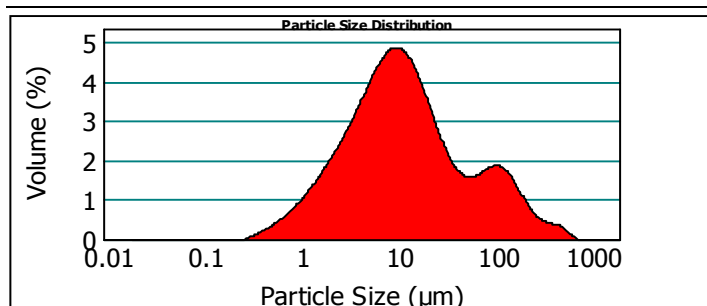
Surface spécifique : 1.15 m²/g **Moyenne :** 38.340 µm **Médiane :** 11.369 µm **Variance :** 5404.873 µm² **Ecart type :** 73.517 µm **Rapport moyenne/médiane :** 3.372 µm **Mode :** 10.309 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.24%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 66.24%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 83.51%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 96.08%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.24%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 57.01%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 14.90%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 14.95%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.27%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 12.57%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 3.92%



18e107826-008 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 11:29:18

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.05
1.000	6.19
2.000	3.04
2.500	8.44
4.000	18.23
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	6.99
10.000	12.56
15.000	1.86
16.000	5.90
20.000	8.28
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	4.10
40.000	2.52
50.000	2.38
63.000	5.15
100.000	4.79
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	2.62
200.000	1.35
250.000	0.75
300.000	0.85
400.000	0.54
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.32
600.000	0.11
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.05
2.000	9.24
2.500	12.27
4.000	20.71

Size (µm)	Vol Under %
8.000	38.94
10.000	45.93
15.000	58.49
16.000	60.34
20.000	66.24

Size (µm)	Vol Under %
30.000	74.52
40.000	78.62
50.000	81.14
63.000	83.51
100.000	88.67

Size (µm)	Vol Under %
150.000	93.46
200.000	96.08
250.000	97.43
300.000	98.18
400.000	99.03

Size (µm)	Vol Under %
500.000	99.57
600.000	99.89
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 9.15 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-008 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 11:29:18

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

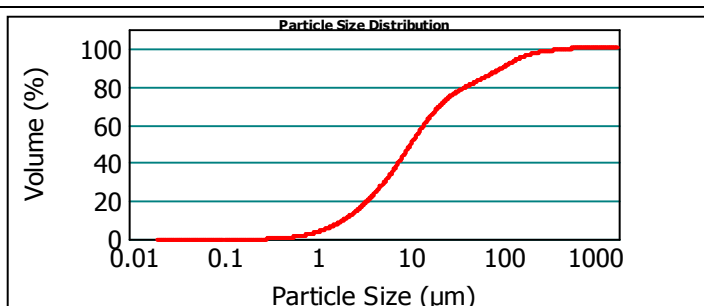
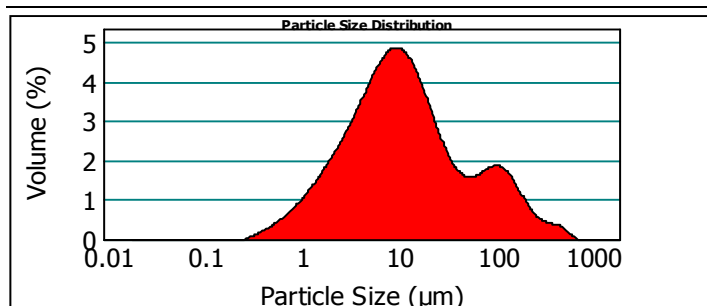
Surface spécifique : 1.15 m²/g **Moyenne :** 38.340 µm **Médiane :** 11.369 µm **Variance :** 5404.873 µm² **Ecart type :** 73.517 µm **Rapport moyenne/médiane :** 3.372 µm **Mode :** 10.309 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.24%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 66.24%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 83.51%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 96.08%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.24%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 57.01%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 14.90%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 14.95%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.27%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 12.57%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 3.92%



18e107826-008 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 11:29:18

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.05
1.000	6.19
2.000	3.04
2.500	8.44
4.000	18.23
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	6.99
10.000	12.56
15.000	1.86
16.000	5.90
20.000	8.28
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	4.10
40.000	2.52
50.000	2.38
63.000	5.15
100.000	4.79
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	2.62
200.000	1.35
250.000	0.75
300.000	0.85
400.000	0.54
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.32
600.000	0.11
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.05
2.000	9.24
2.500	12.27
4.000	20.71

Size (µm)	Vol Under %
8.000	38.94
10.000	45.93
15.000	58.49
16.000	60.34
20.000	66.24

Size (µm)	Vol Under %
30.000	74.52
40.000	78.62
50.000	81.14
63.000	83.51
100.000	88.67

Size (µm)	Vol Under %
150.000	93.46
200.000	96.08
250.000	97.43
300.000	98.18
400.000	99.03

Size (µm)	Vol Under %
500.000	99.57
600.000	99.89
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 9.15 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-009 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 11:20:53

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

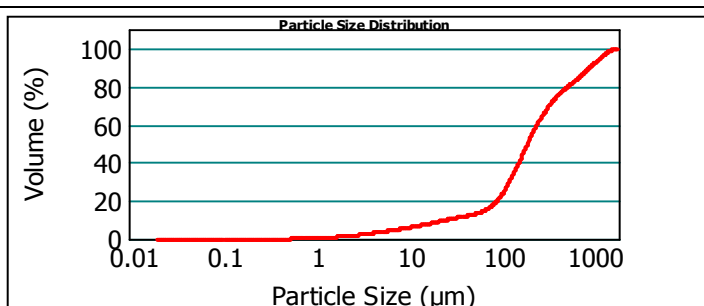
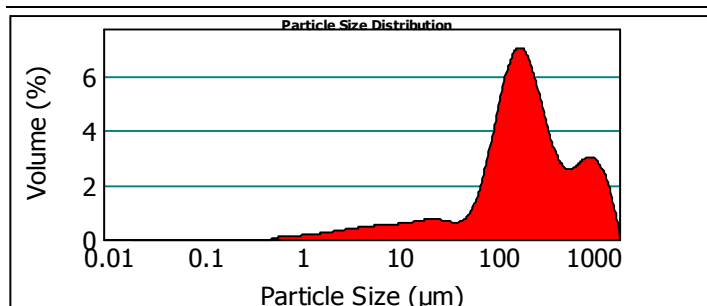
Surface spécifique : 0.167 m²/g **Moyenne :** 362.577 µm **Médiane :** 209.792 µm **Variance :** 157650.869 µm² **Ecart type :** 397.052 µm **Rapport moyenne/médiane :** 1.728 µm **Mode :** 189.931 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.18%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 8.44%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 13.85%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 47.82%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.18%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 7.26%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 4.07%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 35.30%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 5.41%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 33.96%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 52.18%



18e107826-009 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 11:20:53

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.35
1.000	0.83
2.000	0.40
2.500	1.10
4.000	2.16
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	0.79
10.000	1.55
15.000	0.27
16.000	0.99
20.000	1.91
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	1.24
40.000	0.93
50.000	1.34
63.000	7.02
100.000	13.98
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	12.97
200.000	9.86
250.000	7.01
300.000	8.42
400.000	4.62
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	3.14
600.000	4.97
800.000	2.22
900.000	2.06
1000.000	7.30
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	2.57
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.35
2.000	1.18
2.500	1.58
4.000	2.68

Size (µm)	Vol Under %
8.000	4.84
10.000	5.63
15.000	7.18
16.000	7.45
20.000	8.44

Size (µm)	Vol Under %
30.000	10.35
40.000	11.58
50.000	12.51
63.000	13.85
100.000	20.87

Size (µm)	Vol Under %
150.000	34.85
200.000	47.82
250.000	57.67
300.000	64.69
400.000	73.11

Size (µm)	Vol Under %
500.000	77.73
600.000	80.87
800.000	85.84
900.000	88.06
1000.000	90.13

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	97.43
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 6.84 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-010 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 12:43:54

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

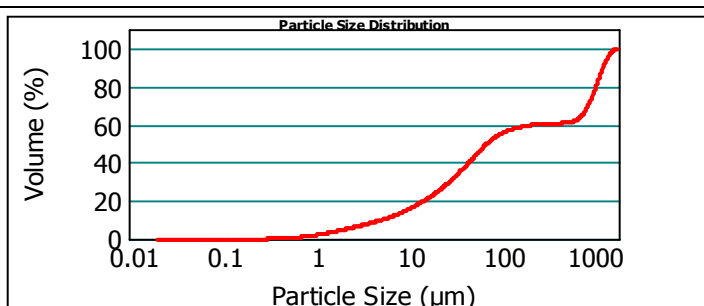
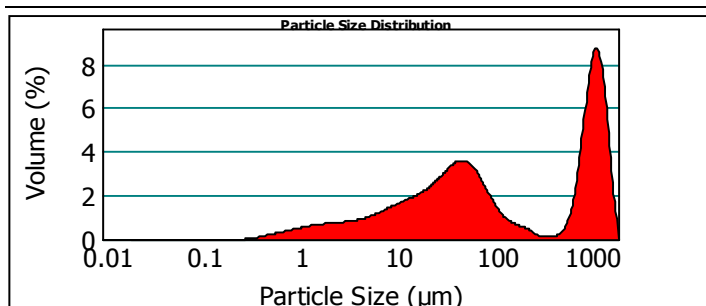
Surface spécifique : 0.508 m²/g **Moyenne :** 490.343 µm **Médiane :** 75.510 µm **Variance :** 341077.956 µm² **Ecart type :** 584.018 µm **Rapport moyenne/médiane :** 6.493 µm **Mode :** 1193.215 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.55%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 23.35%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 46.31%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 59.10%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.55%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 18.80%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 17.66%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 18.09%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 22.96%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 12.79%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 40.90%



18e107826-010 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 12:43:54

Size (µm)	Volume In %
0.020	1.79
1.000	2.76
2.000	1.06
2.500	2.45
4.000	4.82
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	2.10
10.000	4.55
15.000	0.81
16.000	3.00
20.000	6.60
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	5.92
40.000	5.15
50.000	5.30
63.000	8.04
100.000	3.41
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.33
200.000	0.74
250.000	0.34
300.000	0.20
400.000	0.21
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.50
600.000	3.53
800.000	3.52
900.000	4.47
1000.000	21.51
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	5.88
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	1.79
2.000	4.55
2.500	5.61
4.000	8.06

Size (µm)	Vol Under %
8.000	12.89
10.000	14.99
15.000	19.54
16.000	20.35
20.000	23.35

Size (µm)	Vol Under %
30.000	29.94
40.000	35.86
50.000	41.01
63.000	46.31
100.000	54.35

Size (µm)	Vol Under %
150.000	57.76
200.000	59.10
250.000	59.84
300.000	60.18
400.000	60.38

Size (µm)	Vol Under %
500.000	60.59
600.000	61.09
800.000	64.62
900.000	68.14
1000.000	72.61

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	94.12
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 16.54 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e107826-010 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 27 septembre 2018 12:43:54

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

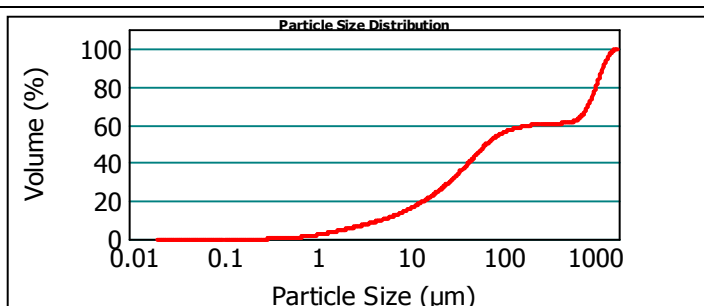
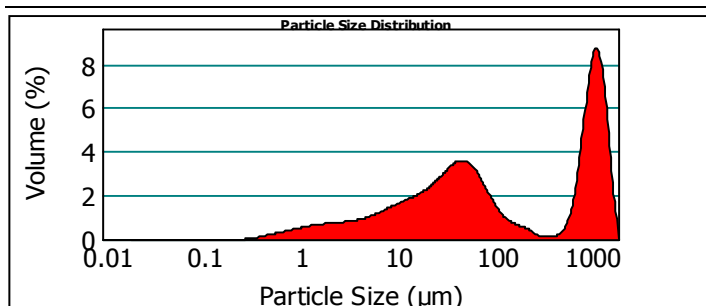
Surface spécifique : 0.508 m²/g **Moyenne :** 490.343 µm **Médiane :** 75.510 µm **Variance :** 341077.956 µm² **Ecart type :** 584.018 µm **Rapport moyenne/médiane :** 6.493 µm **Mode :** 1193.215 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.55%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 23.35%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 46.31%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 59.10%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.55%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 18.80%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 17.66%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 18.09%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 22.96%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 12.79%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 40.90%



18e107826-010 (SED) - Average

jeudi 27 septembre 2018 12:43:54

Size (µm)	Volume In %
0.020	1.79
1.000	2.76
2.000	1.06
2.500	2.45
4.000	4.82
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	2.10
10.000	4.55
15.000	0.81
16.000	3.00
20.000	6.60
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	5.92
40.000	5.15
50.000	5.30
63.000	8.04
100.000	3.41
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.33
200.000	0.74
250.000	0.34
300.000	0.20
400.000	0.21
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.50
600.000	3.53
800.000	3.52
900.000	4.47
1000.000	21.51
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	5.88
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	1.79
2.000	4.55
2.500	5.61
4.000	8.06

Size (µm)	Vol Under %
8.000	12.89
10.000	14.99
15.000	19.54
16.000	20.35
20.000	23.35

Size (µm)	Vol Under %
30.000	29.94
40.000	35.86
50.000	41.01
63.000	46.31
100.000	54.35

Size (µm)	Vol Under %
150.000	57.76
200.000	59.10
250.000	59.84
300.000	60.18
400.000	60.38

Size (µm)	Vol Under %
500.000	60.59
600.000	61.09
800.000	64.62
900.000	68.14
1000.000	72.61

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	94.12
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 16.54 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Analytical report: AR-18-JC-181663-01

Sample Code 706-2018-00176188

Reference	moles MV1 -
Client Sample Code	18E107826-011
Purchase Order Code	EUFRSA200070574
Number	1
Amount	1030 g
Reception temperature	cooled
Ordered by	Mrs. Sabine MEYER
Submitted by	Mrs. Sabine MEYER
Reception date time	27.09.2018
Packaging	plastic bag, other
Start/end of analyses	01.10.2018 / 12.10.2018

TEST RESULTS

Physical-chemical Analysis

J1001 Sample preparation (#)

Method: §64 LFGB L 00.00-19/1, CON-PV 00001 (2016-06), Digestion (microwave)

J8306 Lead (Pb) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Lead (Pb)	0.37	mg/kg
	± 0.08	mg/kg

J8308 Cadmium (Cd) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Cadmium (Cd)	0.07	mg/kg
	± 0.02	mg/kg

JCHG2 Mercury (Hg) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Mercury (Hg)	<0.005	* mg/kg
--------------	--------	---------

J8312 Arsenic (As) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

WEJ Contaminants

Arsenic (As)		2.6	mg/kg
		± 0.5	mg/kg
JJW2B	Copper (Cu) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Copper (Cu)		0.9	mg/kg
		± 0.2	mg/kg
JJ0CJ	Iron (Fe) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Iron (Fe)		81	mg/kg
		± 16	mg/kg
JJ0CG	Chromium (Cr) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Chromium (Cr)		0.37	mg/kg
		± 0.08	mg/kg
JJ0CM	Nickel (Ni) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Nickel (Ni)		0.2	mg/kg
		± 0.1	mg/kg
JJ0CR	Zinc (Zn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Zinc (Zn)		29	mg/kg
		± 5.8	mg/kg
JJ0CV	Tin (Sn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Tin (Sn)		<0.2	* mg/kg
JJ0CT	Aluminium (Al) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Aluminium		88	mg/kg
		± 18	mg/kg
JJ0CI	Manganese (Mn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)			
Manganese (Mn)		7.9	mg/kg
		± 1.6	mg/kg
JCMP1	Saturated mineral oil C10-C56 (#)		
Method: Internal, CON-PV 01317 (2018-05), LC-GC-FID			
Range		C16-C44	
Saturated mineral oil		3.7	mg/kg
		± 1.4	mg/kg
JCP00	Preparation PAH (Saponification) (#)		
Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), Extraction			

WEJ Contaminants

JC00V PAH acc. to EU 208/2005 (15+1) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), GC-MS

Benz(a)anthracene	<0.5	* µg/kg
Chrysene	0.5	µg/kg
	± 0.3	µg/kg
Benzo(b)fluoranthene	0.7	µg/kg
	± 0.5	µg/kg
Benzo(k)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo-(j)-fluoranthene	0.5	µg/kg
	± 0.4	µg/kg
Benzo(a)pyrene	<0.5	* µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrene	<1	* µg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenz(a,h)anthracene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,e)pyrene	<1	* µg/kg
Cyclopenta(c,d)pyrene	<1	* µg/kg
5-Methylchrysene	<1	* µg/kg
Benzo-(c)-fluorene	<1	* µg/kg
Sum PAH 4	1.2	µg/kg
Sum of all positive identified PAH	1.7	µg/kg

* = Below indicated quantification level

(#) = Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

Result +/- expanded measurement uncertainty (95%; k=2), sampling not included

Signature



Analytical Service Manager (Sindy Böhme)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at <http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 22.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044384-01



Sample Code 710-2018-24377001

Reference

Moules

Sample sender

moules MV1 -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-011

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

22.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	17.1	pg/g
PCB 81	1.12	pg/g
PCB 105	207	pg/g
PCB 114	7.41	pg/g
PCB 118	778	pg/g
PCB 123	9.13	pg/g
PCB 126	6.92	pg/g
PCB 156	142	pg/g
PCB 157	28.0	pg/g
PCB 167	115	pg/g
PCB 169	< 3.79	pg/g

PCB 189	20.6	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.733	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.790	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.847	pg/g
PCB 28	< 0.315	ng/g
PCB 52	< 0.315	ng/g
PCB 101	1.62	ng/g
PCB 138	3.58	ng/g
PCB 153	6.60	ng/g
PCB 180	0.738	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	12.5	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	12.9	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	13.2	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Michael Brandis)

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 22.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044384-01



Sample Code 710-2018-24377001

Reference

Moules

Sample sender

moules MV1 -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-011

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

22.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	17.1	pg/g
PCB 81	1.12	pg/g
PCB 105	207	pg/g
PCB 114	7.41	pg/g
PCB 118	778	pg/g
PCB 123	9.13	pg/g
PCB 126	6.92	pg/g
PCB 156	142	pg/g
PCB 157	28.0	pg/g
PCB 167	115	pg/g
PCB 169	< 3.79	pg/g

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins GfA Lab Service GmbH · Neuländer Kamp 1 a · D-21079 Hamburg

Headquarters: Eurofins GfA Lab Service GmbH – Neuländer Kamp 1a D-21079 Hamburg

HRB 115907 AG Hamburg

General Managers: Dr. Scarlett Biselli

VAT No.: DE 275912372

Hypovereinsbank • Bank code: 207 300 17 • Account No.: 7000002400 • SWIFT-BIC: HYVEDEMM17

IBAN: DE12 2073 0017 7000 0024 00

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at
<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die Deutsche Akkreditierungsstelle
GmbH (DAKKS) akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren

PCB 189	20.6	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.733	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.790	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.847	pg/g
PCB 28	< 0.315	ng/g
PCB 52	< 0.315	ng/g
PCB 101	1.62	ng/g
PCB 138	3.58	ng/g
PCB 153	6.60	ng/g
PCB 180	0.738	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	12.5	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	12.9	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	13.2	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Michael Brandis)

Analytical report: AR-18-JC-177772-01

Sample Code 706-2018-00176189

Reference moules MV2 -
Client Sample Code 18E107826-012
Purchase Order Code EUFRSA200070574
Number 1
Amount 1520 g
Reception temperature cooled
Ordered by Mrs. Sabine MEYER
Submitted by Mrs. Sabine MEYER
Reception date time 27.09.2018
Packaging plastic bag, other
Start/end of analyses 01.10.2018 / 08.10.2018

TEST RESULTS

Physical-chemical Analysis

J1001 Sample preparation (#)

Method: §64 LFGB L 00.00-19/1, CON-PV 00001 (2016-06), Digestion (microwave)

J8306 Lead (Pb) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Lead (Pb) 0.39 mg/kg
± 0.09 mg/kg

J8308 Cadmium (Cd) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Cadmium (Cd) 0.1 mg/kg
± 0.02 mg/kg

JCHG2 Mercury (Hg) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Mercury (Hg) 0.008 mg/kg
± 0.004 mg/kg

J8312 Arsenic (As) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

WEJ Contaminants

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Arsenic (As)	3.1	mg/kg
	± 0.6	mg/kg

JJW2B Copper (Cu) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Copper (Cu)	0.9	mg/kg
	± 0.2	mg/kg

JJ0CJ Iron (Fe) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Iron (Fe)	51	mg/kg
	± 10	mg/kg

JJ0CG Chromium (Cr) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Chromium (Cr)	0.29	mg/kg
	± 0.07	mg/kg

JJ0CM Nickel (Ni) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Nickel (Ni)	<0.1	* mg/kg
-------------	------	---------

JJ0CR Zinc (Zn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Zinc (Zn)	44	mg/kg
	± 8.8	mg/kg

JJ0CV Tin (Sn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Tin (Sn)	<0.2	* mg/kg
----------	------	---------

JJ0CT Aluminium (Al) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Aluminium	61	mg/kg
	± 12	mg/kg

JJ0CI Manganese (Mn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Manganese (Mn)	10	mg/kg
	± 2.0	mg/kg

JCMP1 Saturated mineral oil C10-C56 (#)

Method: Internal, CON-PV 01317 (2018-05), LC-GC-FID

Range	C16 - C46	
Saturated mineral oil	4.1	mg/kg
	± 1.5	mg/kg

JCP00 Preparation PAH (Saponification) (#)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at <http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

WEJ Contaminants

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), Extraction

JC00V PAH acc. to EU 208/2005 (15+1) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), GC-MS

Benz(a)anthracene	<0.5	* µg/kg
Chrysene	<0.5	* µg/kg
Benzo(b)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(k)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo-(j)-fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(a)pyrene	<0.5	* µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrene	<1	* µg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenz(a,h)anthracene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,e)pyrene	<1	* µg/kg
Cyclopenta(c,d)pyrene	<1	* µg/kg
5-Methylchrysene	<1	* µg/kg
Benzo-(c)-fluorene	<1	* µg/kg
Sum PAH 4	Inapplicable	µg/kg
Sum of all positive identified PAH	Inapplicable	µg/kg

* = Below indicated quantification level

(#) = Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

Result +/- expanded measurement uncertainty (95%; k=2), sampling not included

Signature



Analytical Service Manager (Jana Stanko)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at <http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Oterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 22.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044300-01



Sample Code 710-2018-24377002

Reference

Moules

Sample sender

moules MV2 -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-012

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

22.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	13.5	pg/g
PCB 81	< 0.891	pg/g
PCB 105	196	pg/g
PCB 114	7.51	pg/g
PCB 118	749	pg/g
PCB 123	10.1	pg/g
PCB 126	6.83	pg/g
PCB 156	< 7.26	pg/g
PCB 157	< 1.35	pg/g
PCB 167	122	pg/g
PCB 169	< 3.96	pg/g

PCB 189	20.4	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.718	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.777	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.837	pg/g
PCB 28	< 0.330	ng/g
PCB 52	< 0.330	ng/g
PCB 101	1.53	ng/g
PCB 138	3.58	ng/g
PCB 153	6.76	ng/g
PCB 180	0.640	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	12.5	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	12.8	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	13.2	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Fernando Schmidt)

Analytical report: AR-18-JC-175613-01

Sample Code 706-2018-00176190

Reference	moules MV3 -
Client Sample Code	18E107826-013
Purchase Order Code	EUFRSA200070574
Number	1
Amount	1,55 kg
Reception temperature	cooled
Ordered by	Mrs. Sabine MEYER
Submitted by	Mrs. Sabine MEYER
Reception date time	27.09.2018
Packaging	plastic bag, other
Start/end of analyses	01.10.2018 / 04.10.2018

TEST RESULTS
Physical-chemical Analysis
J1001 Sample preparation (#)

Method: §64 LFGB L 00.00-19/1, CON-PV 00001 (2016-06), Digestion (microwave)

J8306 Lead (Pb) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Lead (Pb)	0.17	mg/kg
	± 0.05	mg/kg

J8308 Cadmium (Cd) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Cadmium (Cd)	0.08	mg/kg
	± 0.02	mg/kg

JCHG2 Mercury (Hg) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Mercury (Hg)	0.007	mg/kg
	± 0.004	mg/kg

J8312 Arsenic (As) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

WEJ Contaminants

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Arsenic (As)	2.6	mg/kg
	± 0.5	mg/kg

JJW2B Copper (Cu) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Copper (Cu)	0.8	mg/kg
	± 0.2	mg/kg

JJ0CJ Iron (Fe) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Iron (Fe)	54	mg/kg
	± 11	mg/kg

JJ0CG Chromium (Cr) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Chromium (Cr)	0.36	mg/kg
	± 0.08	mg/kg

JJ0CM Nickel (Ni) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Nickel (Ni)	0.2	mg/kg
	± 0.1	mg/kg

JJ0CR Zinc (Zn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Zinc (Zn)	27	mg/kg
	± 5.4	mg/kg

JJ0CV Tin (Sn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Tin (Sn)	<0.2	* mg/kg
----------	------	---------

JJ0CT Aluminium (Al) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Aluminium	63	mg/kg
	± 13	mg/kg

JJ0CI Manganese (Mn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Manganese (Mn)	5.7	mg/kg
	± 1.1	mg/kg

JCMP1 Saturated mineral oil C10-C56 (#)

Method: Internal, CON-PV 01317 (2018-05), LC-GC-FID

Range	C16-C44	
Saturated mineral oil	2.6	mg/kg
	± 1.0	mg/kg

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at

<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

WEJ Contaminants

JCP00 Preparation PAH (Saponification) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), Extraction

JC00V PAH acc. to EU 208/2005 (15+1) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), GC-MS

Benz(a)anthracene	<0.5	* µg/kg
Chrysene	0.5	µg/kg
	± 0.3	µg/kg
Benzo(b)fluoranthene	0.5	µg/kg
	± 0.4	µg/kg
Benzo(k)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(j)-fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(a)pyrene	<0.5	* µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrene	<1	* µg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenz(a,h)anthracene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,e)pyrene	<1	* µg/kg
Cyclopenta(c,d)pyrene	<1	* µg/kg
5-Methylchrysene	<1	* µg/kg
Benzo-(c)-fluorene	<1	* µg/kg
Sum PAH 4	1.0	µg/kg
Sum of all positive identified PAH	1.0	µg/kg

* = Below indicated quantification level

(#) = Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

Result +/- expanded measurement uncertainty (95%; k=2), sampling not included

Signature



Analytical Service Manager (Jana Stanko)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at <http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Oterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 22.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044270-01



Sample Code 710-2018-24377003

Reference

Moules

Sample sender

moules MV3 -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-013

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

22.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	10.9	pg/g
PCB 81	< 0.823	pg/g
PCB 105	154	pg/g
PCB 114	8.53	pg/g
PCB 118	604	pg/g
PCB 123	5.85	pg/g
PCB 126	3.67	pg/g
PCB 156	103	pg/g
PCB 157	22.3	pg/g
PCB 167	77.8	pg/g
PCB 169	< 3.66	pg/g

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins GfA Lab Service GmbH · Neuländer Kamp 1 a · D-21079 Hamburg

Headquarters: Eurofins GfA Lab Service GmbH – Neuländer Kamp 1a D-21079 Hamburg

HRB 115907 AG Hamburg

General Managers: Dr. Scarlett Biselli

VAT No.: DE 275912372

Hypovereinsbank • Bank code: 207 300 17 • Account No.: 7000002400 • SWIFT-BIC: HYVEDEMM17

IBAN: DE12 2073 0017 7000 0024 00

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at
<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die Deutsche Akkreditierungsstelle
GmbH (DAKKS) akkreditiertes Prüflaboratorium
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren

PCB 189	15.2	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.398	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.453	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.508	pg/g
PCB 28	< 0.305	ng/g
PCB 52	< 0.305	ng/g
PCB 101	1.41	ng/g
PCB 138	2.99	ng/g
PCB 153	6.08	ng/g
PCB 180	0.504	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	11.0	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	11.3	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	11.6	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Fernando Schmidt)

Analytical report: AR-18-JC-181662-01

Sample Code 706-2018-00176191

Reference moules MV4 -
Client Sample Code 18E107826-014
Purchase Order Code EUFRSA200070574
Number 1
Amount 1660 g
Reception temperature cooled
Ordered by Mrs. Sabine MEYER
Submitted by Mrs. Sabine MEYER
Reception date time 27.09.2018
Packaging plastic bag, other
Start/end of analyses 01.10.2018 / 12.10.2018

TEST RESULTS

Physical-chemical Analysis

J1001 Sample preparation (#)

Method: §64 LFGB L 00.00-19/1, CON-PV 00001 (2016-06), Digestion (microwave)

J8306 Lead (Pb) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Lead (Pb) 0.23 mg/kg
± 0.06 mg/kg

J8308 Cadmium (Cd) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Cadmium (Cd) 0.09 mg/kg
± 0.02 mg/kg

JCHG2 Mercury (Hg) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Mercury (Hg) 0.009 mg/kg
± 0.004 mg/kg

J8312 Arsenic (As) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

WEJ Contaminants

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Arsenic (As)	2.3	mg/kg
	± 0.5	mg/kg

JJW2B Copper (Cu) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Copper (Cu)	0.8	mg/kg
	± 0.2	mg/kg

JJ0CJ Iron (Fe) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Iron (Fe)	61	mg/kg
	± 12	mg/kg

JJ0CG Chromium (Cr) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Chromium (Cr)	0.33	mg/kg
	± 0.08	mg/kg

JJ0CM Nickel (Ni) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Nickel (Ni)	0.2	mg/kg
	± 0.1	mg/kg

JJ0CR Zinc (Zn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Zinc (Zn)	24	mg/kg
	± 4.8	mg/kg

JJ0CV Tin (Sn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Tin (Sn)	<0.2	* mg/kg
----------	------	---------

J1032 Aluminium (Al) (#)

Method: DIN EN ISO 11885, mod., CON-PV 00006 (2017-08), ICP-OES

(Modification: extension of the scope of application to food and feed after pressure digestion)

Aluminium	79	mg/kg
	± 16	mg/kg

JJ0CI Manganese (Mn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Manganese (Mn)	6.8	mg/kg
	± 1.4	mg/kg

JCMP1 Saturated mineral oil C10-C56 (#)

Method: Internal, CON-PV 01317 (2018-05), LC-GC-FID

Range	C14-C62	
Saturated mineral oil	3.6	mg/kg
	± 1.3	mg/kg

JCP00 Preparation PAH (Saponification) (#)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at <http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

WEJ Contaminants

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), Extraction

JC00V PAH acc. to EU 208/2005 (15+1) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), GC-MS

Benz(a)anthracene	<0.5	* µg/kg
Chrysene	<0.5	* µg/kg
Benzo(b)fluoranthene	0.7	µg/kg
	± 0.5	µg/kg
Benzo(k)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo-(j)-fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(a)pyrene	<0.5	* µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrene	<1	* µg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenz(a,h)anthracene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,e)pyrene	<1	* µg/kg
Cyclopenta(c,d)pyrene	<1	* µg/kg
5-Methylchrysene	<1	* µg/kg
Benzo-(c)-fluorene	<1	* µg/kg
Sum PAH 4	0.7	µg/kg
Sum of all positive identified PAH	0.7	µg/kg

* = Below indicated quantification level

(#) = Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

Result +/- expanded measurement uncertainty (95%; k=2), sampling not included

Signature



Analytical Service Manager (Sindy Böhme)

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 26.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044661-01



Sample Code 710-2018-24377004

Reference

Moules

Sample sender

moules MV4 -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-014

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

26.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	12.3	pg/g
PCB 81	1.23	pg/g
PCB 105	151	pg/g
PCB 114	9.61	pg/g
PCB 118	614	pg/g
PCB 123	9.55	pg/g
PCB 126	4.44	pg/g
PCB 156	97.5	pg/g
PCB 157	20.3	pg/g
PCB 167	82.8	pg/g
PCB 169	< 3.72	pg/g

The results of examination refer exclusively to the checked samples.
Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.
Eurofins GfA Lab Service GmbH · Neuländer Kamp 1 a · D-21079 Hamburg
Headquarters: Eurofins GfA Lab Service GmbH – Neuländer Kamp 1a D-21079 Hamburg
HRB 115907 AG Hamburg
General Managers: Dr. Scarlett Biselli
VAT No.: DE 275912372
Hypovereinsbank • Bank code: 207 300 17 • Account No.: 7000002400 • SWIFT-BIC: HYVEDEMM17
IBAN: DE12 2073 0017 7000 0024 00

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at
<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die Deutsche Akkreditierungsstelle
GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren

PCB 189	14.3	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.476	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.532	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.587	pg/g
PCB 28	< 0.310	ng/g
PCB 52	< 0.310	ng/g
PCB 101	1.24	ng/g
PCB 138	2.85	ng/g
PCB 153	5.41	ng/g
PCB 180	0.541	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	10.0	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	10.3	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	10.7	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Michael Brandis)

Analytical report: AR-18-JC-177773-01

Sample Code 706-2018-00176192

Reference	moules SV ref canal du rhone -
Client Sample Code	18E107826-015
Purchase Order Code	EUFRSA200070574
Number	1
Amount	2410 g
Reception temperature	cooled
Ordered by	Mrs. Sabine MEYER
Submitted by	Mrs. Sabine MEYER
Reception date time	27.09.2018
Packaging	plastic bag, other
Start/end of analyses	01.10.2018 / 08.10.2018

TEST RESULTS

Physical-chemical Analysis

J1001 Sample preparation (#)

Method: §64 LFGB L 00.00-19/1, CON-PV 00001 (2016-06), Digestion (microwave)

J8306 Lead (Pb) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Lead (Pb)	0.09	mg/kg
	± 0.04	mg/kg

J8308 Cadmium (Cd) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Cadmium (Cd)	0.07	mg/kg
	± 0.02	mg/kg

JCHG2 Mercury (Hg) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Mercury (Hg)	<0.005	* mg/kg
--------------	--------	---------

J8312 Arsenic (As) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

WEJ Contaminants

Arsenic (As)	2.4	mg/kg
	± 0.5	mg/kg
JJW2B Copper (Cu) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Copper (Cu)	0.9	mg/kg
	± 0.2	mg/kg
JJ0CJ Iron (Fe) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Iron (Fe)	38	mg/kg
	± 7.6	mg/kg
JJ0CG Chromium (Cr) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Chromium (Cr)	0.14	mg/kg
	± 0.05	mg/kg
JJ0CM Nickel (Ni) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Nickel (Ni)	0.2	mg/kg
	± 0.1	mg/kg
JJ0CR Zinc (Zn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Zinc (Zn)	19	mg/kg
	± 3.8	mg/kg
JJ0CV Tin (Sn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Tin (Sn)	<0.2	* mg/kg
JJ0CT Aluminium (Al) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Aluminium	48	mg/kg
	± 9.6	mg/kg
JJ0CI Manganese (Mn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Manganese (Mn)	2.5	mg/kg
	± 0.5	mg/kg
JCMP1 Saturated mineral oil C10-C56 (#)		
Method: Internal, CON-PV 01317 (2018-05), LC-GC-FID		
Range	C16-C44	
Saturated mineral oil	1.6	mg/kg
	± 0.71	mg/kg
JCP00 Preparation PAH (Saponification) (#)		
Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), Extraction		

WEJ Contaminants

JC00V PAH acc. to EU 208/2005 (15+1) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), GC-MS

Benz(a)anthracene	<0.5	* µg/kg
Chrysene	<0.5	* µg/kg
Benzo(b)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(k)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo-(j)-fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(a)pyrene	<0.5	* µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrene	<1	* µg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenz(a,h)anthracene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,e)pyrene	<1	* µg/kg
Cyclopenta(c,d)pyrene	<1	* µg/kg
5-Methylchrysene	<1	* µg/kg
Benzo-(c)-fluorene	<1	* µg/kg
Sum PAH 4	Inapplicable	µg/kg
Sum of all positive identified PAH	Inapplicable	µg/kg

* = Below indicated quantification level

(#) = Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

Result +/- expanded measurement uncertainty (95%; k=2), sampling not included

Signature



Analytical Service Manager (Jana Stanko)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia

Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at
<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.

Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 26.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044697-01



Sample Code 710-2018-24377005

Reference

Moules
moules SV ref canal du rhone -
Mrs. Sabine MEYER
16.11.2018
Bote
EUFRSA200073231
12.11.2018
18E107826-015
1
room temperature
26.11.2018

Sample sender

Reception date time

Transport by

Client Purchase order nr.

Purchase order date

Client sample code

Number of containers

Reception temperature

End analysis

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	13.9	pg/g
PCB 81	2.10	pg/g
PCB 105	230	pg/g
PCB 114	12.9	pg/g
PCB 118	908	pg/g
PCB 123	9.76	pg/g
PCB 126	4.59	pg/g
PCB 156	123	pg/g
PCB 157	28.2	pg/g
PCB 167	92.0	pg/g
PCB 169	< 3.93	pg/g

The results of examination refer exclusively to the checked samples.
Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.
Eurofins GfA Lab Service GmbH · Neuländer Kamp 1 a · D-21079 Hamburg
Headquarters: Eurofins GfA Lab Service GmbH – Neuländer Kamp 1a D-21079 Hamburg
HRB 115907 AG Hamburg
General Managers: Dr. Scarlett Biselli
VAT No.: DE 275912372
Hypovereinsbank • Bank code: 207 300 17 • Account No.: 7000002400 • SWIFT-BIC: HYVEDEMM17
IBAN: DE12 2073 0017 7000 0024 00

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at
<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die Deutsche Akkreditierungsstelle
GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren

PCB 189	18.4	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.503	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.562	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.621	pg/g
PCB 28	< 0.328	ng/g
PCB 52	0.410	ng/g
PCB 101	1.82	ng/g
PCB 138	3.74	ng/g
PCB 153	7.17	ng/g
PCB 180	0.863	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	14.0	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	14.2	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	14.3	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Fernando Schmidt)

Analytical report: AR-18-JC-177081-01

Sample Code 706-2018-00176193

Reference	MV ref SUD -
Client Sample Code	18E107826-016
Purchase Order Code	EUFRSA200070574
Number	1
Amount	1635 g
Reception temperature	cooled
Ordered by	Mrs. Sabine MEYER
Submitted by	Mrs. Sabine MEYER
Reception date time	27.09.2018
Packaging	plastic bag, other
Start/end of analyses	28.09.2018 / 06.10.2018

TEST RESULTS

Physical-chemical Analysis

J1001 Sample preparation (#)

Method: §64 LFGB L 00.00-19/1, CON-PV 00001 (2016-06), Digestion (microwave)

J8306 Lead (Pb) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Lead (Pb)	0.28	mg/kg
	± 0.07	mg/kg

J8308 Cadmium (Cd) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Cadmium (Cd)	0.09	mg/kg
	± 0.02	mg/kg

JCHG2 Mercury (Hg) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Mercury (Hg)	<0.005	* mg/kg
--------------	--------	---------

J8312 Arsenic (As) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

WEJ Contaminants

Arsenic (As)	3.1	mg/kg
	± 0.6	mg/kg
JJW2B Copper (Cu) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Copper (Cu)	1.1	mg/kg
	± 0.2	mg/kg
JJ0CJ Iron (Fe) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Iron (Fe)	94	mg/kg
	± 19	mg/kg
JJ0CG Chromium (Cr) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Chromium (Cr)	0.36	mg/kg
	± 0.08	mg/kg
JJ0CM Nickel (Ni) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Nickel (Ni)	0.3	mg/kg
	± 0.1	mg/kg
JJ0CR Zinc (Zn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Zinc (Zn)	25	mg/kg
	± 5.0	mg/kg
JJ0CV Tin (Sn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Tin (Sn)	<0.2	* mg/kg
J1032 Aluminium (Al) (#)		
Method: DIN EN ISO 11885, mod., CON-PV 00006 (2017-08), ICP-OES (Modification: extension of the scope of application to food and feed after pressure digestion)		
Aluminium	120	mg/kg
	± 24	mg/kg
JJ0CI Manganese (Mn) (#)		
Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS (Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)		
Manganese (Mn)	4.8	mg/kg
	± 1.0	mg/kg
JCMP1 Saturated mineral oil C10-C56 (#)		
Method: Internal, CON-PV 01317 (2018-05), LC-GC-FID		
Range	C16-54	
Saturated mineral oil	4.4	mg/kg
	± 1.6	mg/kg
JCP00 Preparation PAH (Saponification) (#)		
Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), Extraction		
JC00V PAH acc. to EU 208/2005 (15+1) (#)		

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at

<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

WEJ Contaminants

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), GC-MS

Benz(a)anthracene	<0.5	* µg/kg
Chrysene	0.6	µg/kg
	± 0.3	µg/kg
Benzo(b)fluoranthene	0.8	µg/kg
	± 0.5	µg/kg
Benzo(k)fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(j)-fluoranthene	<0.5	* µg/kg
Benzo(a)pyrene	<0.5	* µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrene	<1	* µg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	0.6	µg/kg
	± 0.3	µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenz(a,h)anthracene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,e)pyrene	<1	* µg/kg
Cyclopenta(c,d)pyrene	<1	* µg/kg
5-Methylchrysene	<1	* µg/kg
Benzo-(c)-fluorene	<1	* µg/kg
Sum PAH 4	1.4	µg/kg
Sum of all positive identified PAH	2.0	µg/kg

* = Below indicated quantification level

(#) = Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

Result +/- expanded measurement uncertainty (95%; k=2), sampling not included

Signature



Analytical Service Manager (Michael Krück)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia

Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at
<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.

Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 22.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044385-01



Sample Code 710-2018-24377006

Reference

Moules

Sample sender

MV ref SUD -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-016

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

22.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	8.21	pg/g
PCB 81	0.979	pg/g
PCB 105	110	pg/g
PCB 114	4.43	pg/g
PCB 118	409	pg/g
PCB 123	4.51	pg/g
PCB 126	3.34	pg/g
PCB 156	70.3	pg/g
PCB 157	14.6	pg/g
PCB 167	51.9	pg/g
PCB 169	< 3.61	pg/g

PCB 189	10.6	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.355	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.409	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.463	pg/g
PCB 28	< 0.301	ng/g
PCB 52	< 0.301	ng/g
PCB 101	0.948	ng/g
PCB 138	1.81	ng/g
PCB 153	3.75	ng/g
PCB 180	0.366	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	6.87	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	7.17	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	7.48	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Michael Brandis)

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 22.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044385-01



Sample Code 710-2018-24377006

Reference

Moules

Sample sender

MV ref SUD -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-016

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

22.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	8.21	pg/g
PCB 81	0.979	pg/g
PCB 105	110	pg/g
PCB 114	4.43	pg/g
PCB 118	409	pg/g
PCB 123	4.51	pg/g
PCB 126	3.34	pg/g
PCB 156	70.3	pg/g
PCB 157	14.6	pg/g
PCB 167	51.9	pg/g
PCB 169	< 3.61	pg/g

PCB 189	10.6	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.355	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.409	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.463	pg/g
PCB 28	< 0.301	ng/g
PCB 52	< 0.301	ng/g
PCB 101	0.948	ng/g
PCB 138	1.81	ng/g
PCB 153	3.75	ng/g
PCB 180	0.366	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	6.87	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	7.17	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	7.48	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Michael Brandis)

Analytical report: AR-18-JC-175614-01

Sample Code 706-2018-00176194

Reference	MV ref arcelor -
Client Sample Code	18E107826-017
Purchase Order Code	EUFRSA200070574
Number	1
Amount	1990 g
Reception temperature	cooled
Ordered by	Mrs. Sabine MEYER
Submitted by	Mrs. Sabine MEYER
Reception date time	27.09.2018
Packaging	plastic bag, other
Start/end of analyses	01.10.2018 / 04.10.2018

TEST RESULTS

Physical-chemical Analysis

J1001 Sample preparation (#)

Method: §64 LFGB L 00.00-19/1, CON-PV 00001 (2016-06), Digestion (microwave)

J8306 Lead (Pb) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Lead (Pb)	0.18	mg/kg
	± 0.05	mg/kg

J8308 Cadmium (Cd) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Cadmium (Cd)	0.07	mg/kg
	± 0.02	mg/kg

JCHG2 Mercury (Hg) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS
(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Mercury (Hg)	0.009	mg/kg
	± 0.004	mg/kg

J8312 Arsenic (As) (#)

Method: DIN EN 15763:2010 (2010-04), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

WEJ Contaminants

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Arsenic (As)	2.5	mg/kg
	± 0.5	mg/kg

JJW2B Copper (Cu) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Copper (Cu)	0.7	mg/kg
	± 0.2	mg/kg

JJ0CJ Iron (Fe) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Iron (Fe)	66	mg/kg
	± 13	mg/kg

JJ0CG Chromium (Cr) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Chromium (Cr)	0.32	mg/kg
	± 0.08	mg/kg

JJ0CM Nickel (Ni) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Nickel (Ni)	0.2	mg/kg
	± 0.1	mg/kg

JJ0CR Zinc (Zn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Zinc (Zn)	24	mg/kg
	± 4.8	mg/kg

JJ0CV Tin (Sn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Tin (Sn)	<0.2	* mg/kg
----------	------	---------

JJ0CT Aluminium (Al) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Aluminium	75	mg/kg
	± 15	mg/kg

JJ0CI Manganese (Mn) (#)

Method: DIN EN ISO 17294-2 (2017-01), mod., CON-PV 01274 (2017-12), ICP-MS

(Modification: incl. ICP-MS/MS, extension of the analysis parameters, extension of the application scope to feed and tobacco/-products)

Manganese (Mn)	2.7	mg/kg
	± 0.5	mg/kg

JCMP1 Saturated mineral oil C10-C56 (#)

Method: Internal, CON-PV 01317 (2018-05), LC-GC-FID

Range	C16 - C44	
Saturated mineral oil	4.2	mg/kg
	± 1.5	mg/kg

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at

<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

WEJ Contaminants

JCP00 Preparation PAH (Saponification) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), Extraction

JC00V PAH acc. to EU 208/2005 (15+1) (#)

Method: Internal, CON-PV 01176 (2018-08), GC-MS

Benz(a)anthracene	0.5	µg/kg
	± 0.3	µg/kg
Chrysene	0.5	µg/kg
	± 0.3	µg/kg
Benzo(b)fluoranthene	1.7	µg/kg
	± 0.7	µg/kg
Benzo(k)fluoranthene	0.8	µg/kg
	± 0.5	µg/kg
Benzo-(j)-fluoranthene	1.0	µg/kg
	± 0.5	µg/kg
Benzo(a)pyrene	<0.5	* µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,h)pyrene	<1	* µg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	0.7	µg/kg
	± 0.4	µg/kg
Dibenzo(a,l)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenzo(a,i)pyrene	<1	* µg/kg
Dibenz(a,h)anthracene	<0.5	* µg/kg
Dibenzo(a,e)pyrene	<1	* µg/kg
Cyclopenta(c,d)pyrene	<1	* µg/kg
5-Methylchrysene	<1	* µg/kg
Benzo-(c)-fluorene	<1	* µg/kg
Sum PAH 4	2.7	µg/kg
Sum of all positive identified PAH	5.2	µg/kg

* = Below indicated quantification level

(#) = Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

Result +/- expanded measurement uncertainty (95%; k=2), sampling not included

Signature



Analytical Service Manager (Jana Stanko)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.

Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.

Eurofins WEJ Contaminants GmbH · Neuländer Kamp 1 · D-21079 Hamburg

Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - lower district court Hamburg HRB 106641 General Managers: Dr. Claudia Schulz

VAT No.: DE263765651

Nord/LB (BLZ 250 500 00) Konto-Nr. 199 895 004 SWIFT-BIC NOLADE2HXXX IBAN DE 7425 0500 0001 9989 5004

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at <http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium

DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Mrs. Sabine MEYER
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. F. Schmidt
Dr. M. Ambrosius

Report date 22.11.2018

Page 1/2

Analytical report AR-18-GF-044301-01



Sample Code 710-2018-24377007

Reference

Moules

Sample sender

MV ref arcelor -

Reception date time

Mrs. Sabine MEYER

Transport by

16.11.2018

Client Purchase order nr.

Bote

Purchase order date

EUFRSA200073231

Client sample code

12.11.2018

Number of containers

18E107826-017

Reception temperature

1

End analysis

room temperature

22.11.2018

Test results

GFL11 polychlorinated biphenyls (12 WHO PCB + 6 ICES PCB) (°) (#)

Method Internal, GLS DF 110, GC-MS/MS

PCB 77	14.8	pg/g
PCB 81	0.869	pg/g
PCB 105	170	pg/g
PCB 114	6.87	pg/g
PCB 118	650	pg/g
PCB 123	7.61	pg/g
PCB 126	7.41	pg/g
PCB 156	140	pg/g
PCB 157	29.4	pg/g
PCB 167	114	pg/g
PCB 169	< 3.45	pg/g

The results of examination refer exclusively to the checked samples.
Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.
Eurofins GfA Lab Service GmbH · Neuländer Kamp 1 a · D-21079 Hamburg
Headquarters: Eurofins GfA Lab Service GmbH – Neuländer Kamp 1a D-21079 Hamburg
HRB 115907 AG Hamburg
General Managers: Dr. Scarlett Biselli
VAT No.: DE 275912372
Hypovereinsbank • Bank code: 207 300 17 • Account No.: 7000002400 • SWIFT-BIC: HYVEDEMM17
IBAN: DE12 2073 0017 7000 0024 00

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at
<http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx>, shall apply.



Durch die Deutsche Akkreditierungsstelle
GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren

PCB 189	20.1	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (lower-bound)	0.776	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (medium-bound)	0.828	pg/g
WHO(2005)-PCB TEQ (upper-bound)	0.880	pg/g
PCB 28	< 0.287	ng/g
PCB 52	< 0.287	ng/g
PCB 101	1.11	ng/g
PCB 138	3.31	ng/g
PCB 153	5.75	ng/g
PCB 180	0.760	ng/g
Total 6 ndl-PCB (lower-bound)	10.9	ng/g
Total 6 ndl-PCB (medium-bound)	11.2	ng/g
Total 6 ndl-PCB (upper-bound)	11.5	ng/g

(°) = The test was performed at the laboratory site: Am Neuländer Gewerbepark 4

(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.

< - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)



Analytical Service Manager (Fernando Schmidt)

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement**
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IC-066182-01

Version du : 04/10/2018

Page 1/2

Dossier N° : 18I025578

Date de réception : 27/09/2018

Référence bon de commande : STE 18/ENV/

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
001	Solides divers	18E107826-018	

N° ech **18I025578-001** | Version AR-18-IC-066182-01(04/10/2018) | Votre réf. 18E107826-018

Page 2/2

Préleveur	Prélevé par le client	Date de réception	27/09/2018 09:00
Date de prélèvement	Non communiquée	Début d'analyse	03/10/2018

PARAMETRES PREALABLES

	Résultat	Unité
IC29Z : Lyophilisation Prestation réalisée par nos soins <i>Préparation - NF ISO 16720</i>	-	
ICN9M : Indice de condition Prestation réalisée par nos soins <i>Calcul - Méthode interne</i>	137.0	

PHYSICO-CHIMIE

	Résultat	Unité
IJH49 : Matières sèches Prestation réalisée par nos soins <i>Gravimétrie - ISO 11465</i>	17.9	% P.B.



Philippe Lacoste
Coordinateur de Projets Clients

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

**FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE****Renseignements généraux concernant le document envoyé**

Titre de l'étude	Suivi 2018 de l'impact des rejets d'ASCO INDUSTRIES sur le milieu marin
Nombre de pages	149 pages
Nombre de planches	12 planches
Maître d'Ouvrage	ASCO INDUSTRIES
N° marché/ Date de notification	Juin 2018

Historique des envois

Documents envoyés	Nombre d'exemplaires	Nombre de CD-ROM	Date d'envoi	Récépissé n°
Rapport provisoire V1		pdf	21/12/201	
Rapport définitif				

Intervenants dans l'élaboration des documents

Rédacteur	Claire Etienne
-----------	----------------

Contrôle interne de la qualité

	Niveau 1 : Auteur(s)	Niveau 2 :	Niveau 3 :
Contrôlé par	Claire ETIENNE Chargée d'études		
Date	21/12/2018		
Signature			

Suivi 2020 de l'impact des rejets sur le milieu marin du site ASCOMETAL Fos-sur-Mer

ETUDE N° 2020-04848295-CE - 09/12/20



Décembre 2020

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de **Setec in vivo** ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Crédit photographique : Setec in vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Claire Etienne
Romain Bricou
Marc Chenoz

Chargée d'études, environnement et faune benthique (analyses, rédaction)
Technicien, environnement marin (prélèvements)
Chargé de projets (contrôle qualité)

setec in vivo
siège social : Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Râpée
CS 7120
75 583 Paris cedex 12
France

Tél. +33 1 82 51 55 55
invivo@setec.fr

Agence de La Forêt-Fouesnant
ZA La Grande Halte
29 940 La Forêt-Fouesnant
France
Tél. + 33 2 98 51 41 75

Agence de Marseille
4 place Sadi Carnot
13 002 Marseille
France
Tél. + 33 4 86 15 61 80





Table des matières

1	INTRODUCTION	7
2	MATERIELS ET METHODES	9
2.1	CONTEXTE DE LA MISSION	9
2.1.1	<i>Date des mesures et conditions météorologiques</i>	<i>9</i>
2.1.2	<i>Moyens nautiques</i>	<i>9</i>
2.2	CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS	10
2.2.1	<i>Prélèvements</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>Laboratoire d'analyses</i>	<i>13</i>
2.2.3	<i>Analyses réalisées sur les échantillons moyens</i>	<i>13</i>
2.2.4	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>13</i>
2.3	QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE	14
2.3.1	<i>Prélèvements</i>	<i>15</i>
2.3.2	<i>Laboratoire d'analyses</i>	<i>16</i>
2.3.3	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>16</i>
2.4	CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE	17
2.4.1	<i>Prélèvements</i>	<i>17</i>
2.4.1	<i>Technique de prélèvement.....</i>	<i>18</i>
2.4.2	<i>Traitement des échantillons.....</i>	<i>19</i>
2.4.3	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>20</i>
2.5	SYNTHESE DES ELEMENTS SUIVIS ET NOMENCLATURE ADOPTEE	31
3	RESULTATS ET INTERPRETATIONS	32
3.1	CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	32
3.1.1	<i>Données météorologiques.....</i>	<i>32</i>
3.1.2	<i>Courantologie et hydrodynamisme</i>	<i>35</i>
3.1.3	<i>Hydrographie.....</i>	<i>36</i>
3.2	DONNEES D'ACTIVITE ASCOMETAL ET MESURES INTERNES DE QUALITE DES EAUX	40
3.2.1	<i>Intensité de la production lors des années de suivi</i>	<i>40</i>
3.2.2	<i>Auto-surveillance du rejet</i>	<i>41</i>
3.3	SEDIMENTS	45
3.3.1	<i>Granulométrie</i>	<i>45</i>
3.3.2	<i>Composés organiques et nutritifs.....</i>	<i>49</i>
3.3.3	<i>Métaux traces.....</i>	<i>61</i>
3.3.4	<i>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)</i>	<i>84</i>
3.3.5	<i>Les Polychlorobiphényles (PCB)</i>	<i>92</i>
3.3.6	<i>Synthèse pour le sédiments.....</i>	<i>93</i>
3.4	MATIERE VIVANTE	96
3.4.1	<i>Valeurs de référence et ajustement des données</i>	<i>96</i>
3.4.2	<i>Indice de condition</i>	<i>103</i>
3.4.3	<i>Métaux traces.....</i>	<i>104</i>
3.4.4	<i>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et Hydrocarbures Totaux.....</i>	<i>117</i>
3.4.5	<i>Les polychlorobiphényles (PCB)</i>	<i>119</i>
3.4.6	<i>Synthèse de la matière vivante</i>	<i>121</i>
3.5	SUIVI DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE	122
3.5.1	<i>Composition des peuplements benthiques pour l'année 2020</i>	<i>122</i>
3.5.2	<i>Comparaison inter-suivi de l'évolution des peuplements benthiques</i>	<i>136</i>
3.5.3	<i>Synthèse des peuplements benthiques</i>	<i>141</i>
4	SYNTHESE GENERALE ET CONCLUSION	143
	BIBLIOGRAPHIE.....	147
	ANNEXES.....	149
	ANNEXE 01 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE EUROFINS	149
	ANNEXE 02 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE LABOCEA	150
	ANNEXE 03 : RESULTATS BRUTS DES STATIONS ETUDIEES (RS ET ABONDANCES).....	151



Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique du site.....	7
Figure 2. Évacuation du rejet aqueux au nord-ouest de la Darse 1	8
Figure 3. Le « sylvinat 2 » et son guindeau	9
Figure 4 : Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin	11
Figure 5. Mise à l'eau de la benne Van Veen	11
Figure 6. Présentation d'échantillons de sédiments.....	12
Figure 7. Benne Ekman et Prélèvement dans la lagune ASCOMETAL.....	12
Figure 8 : Localisation des stations de prélèvement de matière vivante	15
Figure 9. Prélèvement des moules sur site et tri par classe de taille (setec in vivo 2020).....	16
Figure 10 : Localisation des stations de prélèvement de macrofaune benthique	17
Figure 11. Illustration du conditionnement des prélèvements des échantillons bio-sédimentaires.....	18
Figure 12. Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (ici des exemples)	20
Figure 13. Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques ..	23
Figure 14. Base écologique de l'indice AMBI (Borja et al., 2000).....	24
Figure 15. Recherche de correspondances dans les typologies d'habitats sur le site de l'INPN	26
Figure 16. Exemples de la hiérarchie d'EUNIS et les critères utilisés aux différents niveaux	27
Figure 17. EUNIS : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée (2015)	28
Figure 18 : Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS (2019)	29
Figure 19. Exemple de fiche d'habitat élémentaire de N2000	29
Figure 20. Les typologies des biocénoses benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & de Méditerranée (2015 et 2014)	30
Figure 21. Pluviométrie à Istres d'août 2019 à août 2020 (infoclimat.fr).....	32
Figure 22. Statistiques des vents à Istres entre novembre 2000 et août 2020, de 7h à 19h - 4 beauforts = 12 kts = 20 à 28 km/h (windfinder.com).....	33
Figure 23. Vitesse du vent à Istres (13) en rafales maximum durant les 10 jours précédant l'intervention 2018..	34
Figure 24. Vitesse du vent à Istres (13) en rafales maximum durant les 10 jours précédant l'intervention 2020..	34
Figure 25. Courants de surface moyens obtenus avec le modèle SYMPHONIE en présence de vents de 8 m/s de secteur 330° (NO) à gauche, et de secteur 140°(SE) à droite (ULSES, 2002)	35
Figure 26. Fiche technique de la masse d'eau « Golfe de Fos » du SDAGE RMC en vigueur.....	36
Figure 27. Bilan de l'état de la masse d'eau « Golfe de Fos » au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013)	37
Figure 28. Bilan de l'état de la masse d'eau FRDT20 au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013)	37
Figure 29. Extension maximale du panache de dilution du Rhône (Hermand, 2008).....	38
Figure 30. Production de l'usine ASCOMETAL au cours des années de suivi en 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et jusqu'à octobre 2020 (ASCOMETAL, 2020).....	40
Figure 31 : Relevés d'auto-surveillance lors des années de suivis.....	44
Figure 32. Granulométrie des sédiments entre 2012 et 2020	46
Figure 33. Pourcentage de fraction fine au niveau des stations de suivi de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, Setec)	48
Figure 34. Pourcentage de matière organique du sédiment entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, Setec in vivo)	50
Figure 35. Relation entre la concentration en matière organique et en particules fines entre 2012 et 2020	51
Figure 36. Pourcentage de carbone organique total entre 2010 et 2020 – Données brutes (Safege, In Vivo, Setec).....	52
Figure 37. Relation entre le pourcentage de COT et le pourcentage de fines des sédiments entre 2012 et 2020	53
Figure 38. Concentration en azote total de 2010 à 2020 (SAFEGE, IN VIVO, Setec).....	54
Figure 39. Concentration en phosphore total de 2010 à 2020 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)	55
Figure 40. Relation entre les concentrations en phosphore entre 2012 et 2020, avec les concentrations en fines et en COT des sédiments.....	56
Figure 41. Indice de Contamination Organique de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	59
Figure 42. Concentration en chrome de 2010 à 2020 Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)	63
Figure 43. Concentration en chrome entre 2010 à 2020 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	64
Figure 44. Concentration en cuivre de 2010 à 2020 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec).....	65
Figure 45. Concentration en cuivre de 2010 à 2020 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	66
Figure 46. Concentration en plomb entre 2010 et 2020 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec).....	67
Figure 47. Concentration en plomb de 2010 à 2020 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	68
Figure 48. Concentration en zinc de 2010 à 2020 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec)	69

Figure 49. Concentration en zinc entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées.....	70
Figure 50. Concentration en nickel de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes.....	71
Figure 51. Concentration en nickel entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	72
Figure 52. Concentration en mercure entre 2016 et 2020 - données brutes.....	73
Figure 53. Concentration en aluminium entre 2010 et 2020 - Données brutes	75
Figure 54. Relation entre les concentrations en aluminium avec les concentrations en fines des stations de mesure de la darse 1 de 2012 à 2020	76
Figure 55. Évolution de la concentration en étain des sédiments de la lagune entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec)	77
Figure 56. Concentration en fer de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes.....	78
Figure 57. Concentration en fer en 2010 (Safege), 2012 à 2020 (In Vivo, setec in vivo) – Données normalisées	79
Figure 58. Concentration en manganèse de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes	80
Figure 59. Concentration en manganèse de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	81
Figure 60. Proportion des 16 HAP réglementaires mesurées dans les sédiments de chaque station entre 2014 et 2020.....	88
Figure 61. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2018	89
Figure 62. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2020	90
Figure 63. Variation de l'indice hydrocarbure au niveau des stations de mesure entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec)	91
Figure 64. Localisation des points de contrôle des réseaux de suivi de l'IFREMER en 2019 (IFREMER, 2020)	98
Figure 65. Résultats 2019 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 020 (Ifremer, 2020)	100
Figure 66. Résultats 2019 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 027 (Ifremer, 2020)	102
Figure 67 : Indice de condition des moules entre 2014, 2016 et 2020 selon la méthode Lawrence et Scott	103
Figure 68. Indice de condition moyen des moules entre 2014 et 2020 selon la méthode Lawrence et Scott. En bleu : produit de taille optimale ; en vert : produit de taille normale ; en jaune : produit maigre	103
Figure 69. Concentration en aluminium dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	106
Figure 70. Concentration en arsenic dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	107
Figure 71. Concentration en cadmium dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	108
Figure 72. Concentration en chrome dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec).....	109
Figure 73. Concentration en cuivre dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	110
Figure 74. Concentration en fer dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec).....	111
Figure 75. Concentration en manganèse dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	112
Figure 76. Concentration en mercure dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	113
Figure 77. Concentration en nickel dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec).....	114
Figure 78. Concentration en plomb dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec).....	115
Figure 79. Concentration en zinc dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	116
Figure 80. Concentration en PCB 138 dans les moules entre 2010 et 2020	120
Figure 81. Concentration en PCB 153 dans les moules entre 2010 et 2020	120
Figure 82. Somme des concentrations en PCB dans les moules en 2012 et 2020	120
Figure 83. Abondance et richesse spécifique sur les stations étudiées.....	122
Figure 84 : Moyennes, Ecartypes, valeurs minimales et maximales de la richesse spécifique, de l'abondance et de la densité des stations étudiées.....	123
Figure 85. Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques en 2020.....	123
Figure 86. Répartition de l'abondance selon les principaux groupes zoologiques en 2020.....	124
Figure 87. Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique.....	124
Figure 88. Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique	125
Figure 89. Fréquence d'occurrence des principales espèces récoltées.....	126
Figure 90. Espèces les plus abondantes sur l'ensemble des sept stations	126
Figure 91. Indices de diversité de Shannon (en haut) et d'Équitabilité (en bas) sur les stations étudiées en 2020	127
Figure 92. Modèle DIMO appliqué aux sept stations en 2020.....	128
Figure 93. Pourcentages des groupes écologiques sur l'ensemble du site étudié	129
Figure 94. Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI	129
Figure 95. Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude.....	130
Figure 96. Comparaison de la richesse spécifique entre 2008 et 2020	136
Figure 97. Comparaison de la densité (ind/m ²) entre 2008 et 2020.....	136
Figure 98. Comparaison entre 2008 et 2020 de l'indice de Shannon (en haut) et de l'Équitabilité (en bas)	138
Figure 99. Modèle DIMO appliqué aux 7 stations sur les études (2008-2020).....	139



Liste des tableaux

Tableau 1. Conditions météorologiques du 30/09/2020	9
Tableau 2. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments	10
Tableau 3. Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de matière vivante	15
Tableau 4. Coordonnées des points de prélèvements (WGS84)	17
Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillonnage effectué à la benne Van Veen	18
Tableau 6. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques	25
Tableau 7. Coordonnées GPS (WGS 84) et profondeur des stations de suivi	31
Tableau 8. Rafales maximums du vent à Istres 10 jours précédant l'intervention 2020 (prevision-meteo.ch)	34
Tableau 9. Fiche technique de la masse d'eau « Grand Rhône du seuil de Terrin à la Méditerranée » du SDAGE RMC en vigueur	37
Tableau 10. Granulométrie des sédiments en septembre 2020	45
Tableau 11. Proportion de la fraction fine dans les prélèvements de 2010 à 2020, et pourcentage de variation.	47
Tableau 12. Valeurs de référence des teneurs en matière organique et nutriments (IFREMER, 2008)	49
Tableau 13. Valeurs de référence des teneurs en carbone organique selon le pourcentage de fraction fine (Licari, 1998)	49
Tableau 14. Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003) ...	50
Tableau 15 : Résultats des trois paramètres et calcul de l'indice de contamination organique.....	58
Tableau 16. Synthèse des composés organiques et nutritifs des sédiments prélevés en septembre 2020	60
Tableau 17. États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)	61
Tableau 18. Concentration en cadmium dans les sédiments de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)	62
Tableau 19. Tableau de synthèse des concentrations en métaux traces des sédiments en 2020 – Données brutes	82
Tableau 20. Tableau de synthèse des taux de variation (%) des concentrations en métaux entre 2018 et 2020	83
Tableau 21. États de référence pour les HAP applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)	85
Tableau 22. Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments en 2020. SP : Substance prioritaire de la DCE ; SDP : Substance dangereuse prioritaire de la DCE	86
Tableau 23. Indice hydrocarbure (HTC C10-C40) mesuré au niveau de la darse entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec)	91
Tableau 24. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour le réseau RINBIO (2009)	96
Tableau 25. Concentrations métalliques dans les moules en 2020 classé selon les seuils RINBIO 2009.....	104
Tableau 26 : Concentrations métalliques dans les moules de 2010 à 2020.....	105
Tableau 27. Concentrations en hydrocarbures mesurées dans les moules depuis 2012.....	117
Tableau 28. Concentration en polychlorobipényles (PCB) dans les moules de 2012 à 2020.....	119
Tableau 29. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour les données RINBIO de 2009 (IFREMER).	119
Tableau 30 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces par échantillons et le total par station étudiée	122
Tableau 31. Valeurs des indices de Shannon et de l'Équitabilité	127
Tableau 32. Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe écologique et indice biotique AMBI en 2020.....	131
Tableau 33. Tableau récapitulatif des biocénoses suivant les typologies	132

1 INTRODUCTION

La société ASCOMETAL dispose d'un site de production implanté sur la côte Méditerranéenne à l'ouest de Marseille, en bordure du Golfe de Fos (13, Bouches-du-Rhône). Ses activités impliquent un rejet d'effluents dans le milieu marin au niveau de la Darse 1 (ou darse Léon Betous). Cette darse fait partie des bassins Ouest du Grand Port maritime de Marseille qui constituent la Zone Industriale-Portuaire de Fos-sur-Mer.

L'usine ASCOMETAL est implantée sur le territoire communal de Fos-sur-Mer sur un site de 250 hectares localisé au sud des salins du Caban et du Relais. Le point de sortie des rejets aqueux se trouve au nord-ouest de la Darse 1.

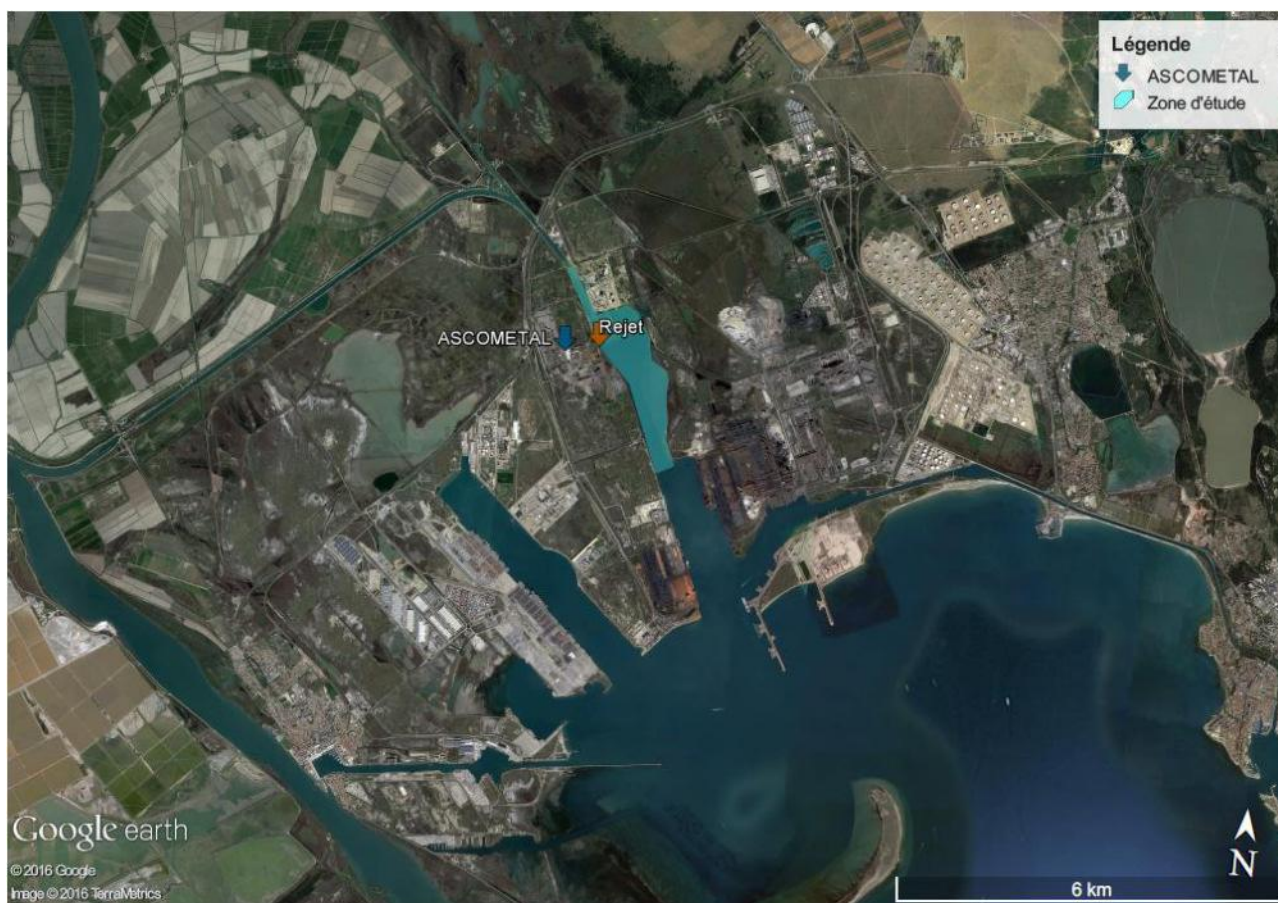


Figure 1 : Localisation géographique du site

L'usine pompe de l'eau de mer dans la Darse 1 pour le refroidissement de ses installations. Cette eau est par la suite évacuée en un rejet défini comme « Rejet de refroidissement ». Ce rejet va se mêler à un autre rejet aqueux nommé « Rejet final » avant de rejoindre finalement le milieu marin au niveau de la darse.



Figure 2. Évacuation du rejet aqueux au nord-ouest de la Darse 1

Le rejet final est un rejet contenant toutes les eaux douces du site industriel. Il passe par un bassin de dessablement (appelé dans cette étude « lagune ASCOMETAL ») avant de rejoindre le milieu marin.

La Darse 1 est le milieu récepteur du rejet et s'étend sur 5 km à l'intérieur des terres. Sa profondeur moyenne est de 12 m en son centre et de 4-5 m sur les bords. Du fait de sa connexion en amont avec le canal du Rhône, la darse représente un milieu stratifié dont l'origine tient dans la différence de densité entre les eaux douces et les eaux marines se rejoignant à son niveau. À la suite de l'étude d'impact (2007-2008) et à la demande de la police de l'eau (arrêtés n°90-2007A du 17 août 2007 et n°193-2017 PC du 16 novembre 2017) la société ASCOMETAL doit effectuer le suivi des impacts de ses rejets sur le milieu récepteur.

Le présent rapport présente les résultats du suivi réalisé en 2020 par setec in vivo, ainsi que l'analyse de l'évolution de l'impact du rejet depuis le suivi de 2010.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 CONTEXTE DE LA MISSION

2.1.1 Date des mesures et conditions météorologiques

La campagne de prélèvement de sédiments, de peuplements benthiques et de matière vivante a eu lieu le 30 septembre 2020.

Paramètre	Conditions
Vent	Pas de vent
Houle	Non significative
Temps	Beau temps ; ensoleillé
Visibilité	Bonne

Tableau 1. Conditions météorologiques du 30/09/2020

Pour mémoire, les campagnes de prélèvements réalisées par setec in vivo (IN VIVO Environnement avant 2016) en 2012, 2014, 2016 et 2018 ont eu lieu sur la même période de l'année, le 12 septembre 2012, le 3 septembre 2014, le 27 septembre 2016 et le 18 septembre 2018.

2.1.2 Moyens nautiques

Les prélèvements ont été réalisés à partir d'un navire de pêche côtière munie d'un guindeau de charge maximum utile (CMU) de 400 kg et d'un moteur de 200 CV : le « sylvinat 2 ».



Figure 3. Le « sylvinat 2 » et son guindeau

Une embarcation biplace a également été utilisée pour effectuer le prélèvement de sédiment dans la lagune ASCOMETAL.



2.2 CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS

La campagne de prélèvement de sédiments pour analyses géochimiques a été réalisée en même temps que la campagne de prélèvement de macrofaune benthique pour optimiser les moyens matériels et humains. Le plan d'échantillonnage adopté en 2020 est le même qu'en 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 et 2020 de manière à pouvoir suivre l'évolution dans le temps des peuplements benthiques et de la qualité du sédiment.

2.2.1 Prélèvements

Dix échantillons moyens de sédiments ont été réalisés aux stations définies dans le cadre du plan d'échantillonnage de l'étude d'impact réalisée en 2008.

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
SB1	43° 26.809'N	4° 51.168'E
SB2	43° 26.826'N	4° 51.234'E
SB3	43° 26.723'N	4° 51.282'E
SB4	43° 26.907'N	4° 51.106'E
S5	43° 26.666'N	4° 51.367'E
S6	43° 27.057'N	4° 51.018'E
SB. Ref. Canal du Rhône	43° 27.256'N	4° 50.851'E
SB. Ref. Arcelor	43° 26.883'N	4° 51.612'E
SB. Ref. Sud	43° 26.297'N	4° 51.775'E

Tableau 2. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments

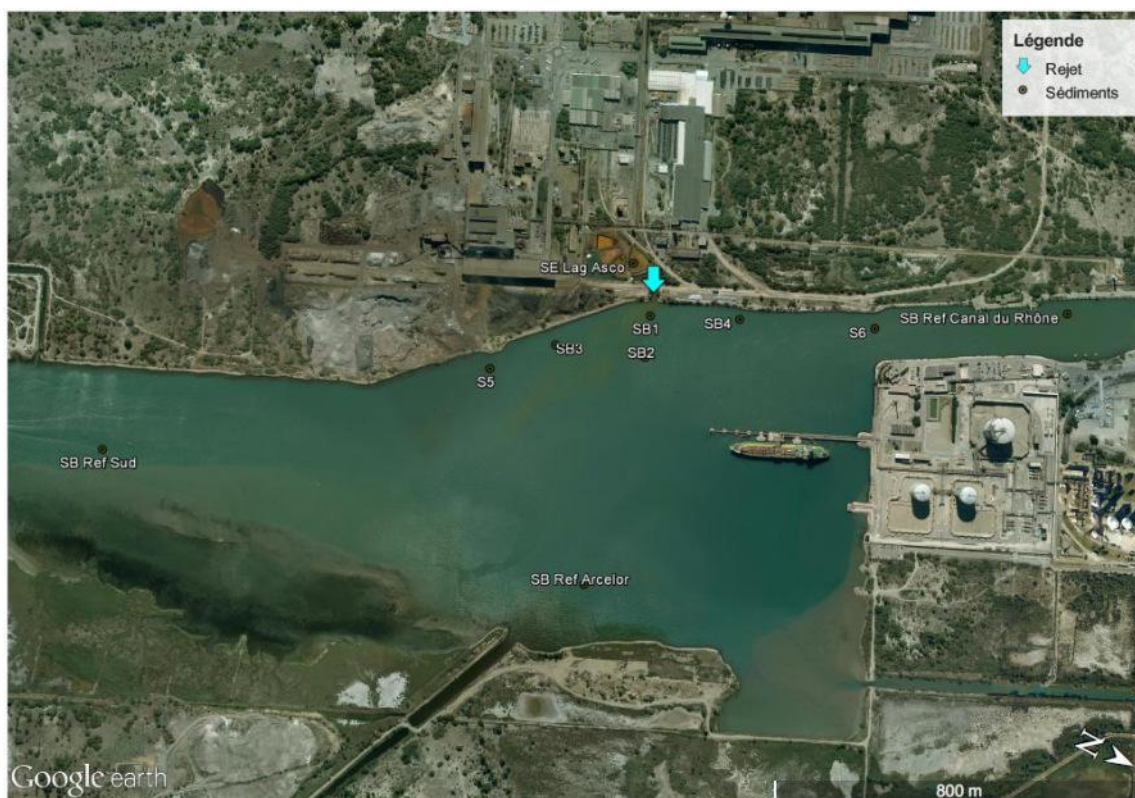


Figure 4 : Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen dans un souci de reproduction de la campagne précédente ainsi que pour mutualiser les moyens matériels avec la campagne de prélèvement de macrofaune benthique. Ce modèle de benne permet l'échantillonnage de $1/10 \text{ m}^2$ de sédiment à chaque coup, surface « normée » dans les protocoles de prélèvements du macrobenthos.



Figure 5. Mise à l'eau de la benne Van Veen

Une série de trois coups de benne est effectuée sur chaque station pour former un échantillon moyen par point. Les figures suivantes présentent l'aspect de quelques-uns des échantillons de sédiments collectés.

Il a été noté lors des prélèvements des aspects assez différents entre les échantillons avec des consistances et des teneurs en sables hétérogènes entre les différents points de prélèvements.



Figure 6. Présentation d'échantillons de sédiments

Une des stations "sédiment" se situe dans le bassin de dessablement (lagune ASCOMETAL) et n'est donc pas accessible par bateau. Les prélèvements ont donc été réalisés depuis une embarcation biplace à l'aide d'une benne Ekman (plus légère, mais tout aussi adaptée aux prélèvements pour analyses géochimiques).



Figure 7. Benne Ekman et Prélèvement dans la lagune ASCOMETAL

Les échantillons moyens ont ensuite été directement envoyés à **Eurofins Environnement** (Laboratoire certifié COFRAC pour les analyses géochimiques). Durant le temps de transit jusqu'au laboratoire, les différents échantillons ont été conservés en glacière à +4°C.

L'interprétation des analyses au regard des conditions locales conclura sur l'état de contamination du milieu et sur l'impact des rejets d'ASCOMETAL.

2.2.2 Laboratoire d'analyses

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire *Eurofins Environnement* :

Eurofins Environnement
5, rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

Ce laboratoire possède les agréments du Ministère de l'Environnement et l'accréditation COFRAC.

2.2.3 Analyses réalisées sur les échantillons moyens

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

❖ **Chimie générale :**

Siccité (%), Matières volatiles (%), Matières organiques (%), Fluorures (mg/kg de MS), COT (g/kg de MS), Azote de Kjeldahl (mg/kg de MS), Phosphore (mg/kg MS), Cyanures totaux (µg/l), phosphates (µg/l), nitrates (µg/l), nitrites (µg/l), azote ammoniacal (µg/l)

❖ **Contaminants inorganiques** en mg/kg de MS :

Al, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Fe, Cr VI, Sn, Zn

❖ **Contaminants organiques :**

- PCB en µg/kg de MS,
- HAP en µg/kg de MS
- Indice hydrocarbures en mg/kg de MS

❖ **Granulométrie** : particules<0,063/2mm (%), particules<0,002/2mm (%), particules<0,002mm (%)

2.2.4 Interprétation des résultats

2.2.4.1 Approche normalisatrice des résultats de contamination chimique

L'analyse de la contamination chimique d'une fraction particulière du sédiment permet d'améliorer les seuils de détection et permet de comparer des échantillons dont la composition granulométrique diffère. La normalisation consiste à indexer les résultats d'analyse obtenus par rapport à un paramètre granulométrique ou géochimique.

En considérant implicitement que les particules les plus grosses agissent comme un diluant pour certains éléments, les résultats d'analyse obtenus pour ceux-ci sur le sédiment total peuvent être exprimés par rapport à la fraction fine (OSPAR, 2004). Ainsi, dans le cadre de cette étude, afin de comparer les stations entre elles et avec les relevés effectués lors du précédent suivi, **les données ont été multipliées par un « cofacteur » correspondant au pourcentage de particules étant inférieures ou égales à 63 µm.**



Les résultats bruts des analyses de contamination chimique du sédiment sont donc présentés dans un premier temps, puis, dans un second temps, une interprétation des données normalisées par la part de fraction fine ($\% < 63\mu\text{m}$) est détaillée.

2.2.4.2 Valeurs de références

Les analyses réalisées dans le cadre de l'étude sont interprétées au regard des concentrations connues dans les sédiments pour les paramètres mesurés et :

- ❖ les seuils établis par le Réseau Littoral Méditerranéen (RLM) : son « guide méthodologique pour l'évaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment » paru en 2002 permet de disposer d'états de référence pour certains métaux lourds et HAP (ceux-ci n'ont néanmoins jamais été validés par les services de l'état).
- ❖ les seuils établis par le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) à travers son Outils d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires.
- ❖ le système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire, IARE (Licari, 1998) pour le compte de la région PACA et l'Agence de l'eau.
- ❖ L'Indice de Contamination Organique issu des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) (dans Alzieu, 2003) se basant sur une évaluation de trois paramètres : le Carbone Organique Total, l'Azote Total et le Phosphore Total.
- ❖ Les normes de qualité environnementales des contaminants (NQE) et la liste des substances prises en compte dans la caractérisation de l'état des eaux : arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

2.3 QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE

La moule *Mytilus galloprovincialis* est classiquement utilisée dans l'évaluation de la contamination chimique des eaux face à des apports de contaminants, notamment dans le cadre des réseaux de surveillance. En effet, la mesure directe des contaminants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses, difficilement applicables à un réseau de surveillance, et la variabilité temporelle du milieu littoral ne confère que peu de signification à une mesure ponctuelle.

La biosurveillance repose dans la capacité de la moule à concentrer dans ses tissus les contaminants chimiques dans un facteur proportionnel à leur biodisponibilité.

La moule *Mytilus galloprovincialis* est généralement utilisée, car elle répond à plusieurs exigences :

- ❖ physiologie et processus de bioaccumulation bien connus,
- ❖ large aire de répartition en Méditerranée,
- ❖ facilité d'approvisionnement,
- ❖ tolérance à de larges gammes de température et de salinité,
- ❖ résistance à la déshydratation (transport).

2.3.1 Prélèvements

L'analyse de la qualité de la matière vivante a été réalisée sur des moules prélevés sur les 7 stations déjà utilisées au cours de l'état initial.

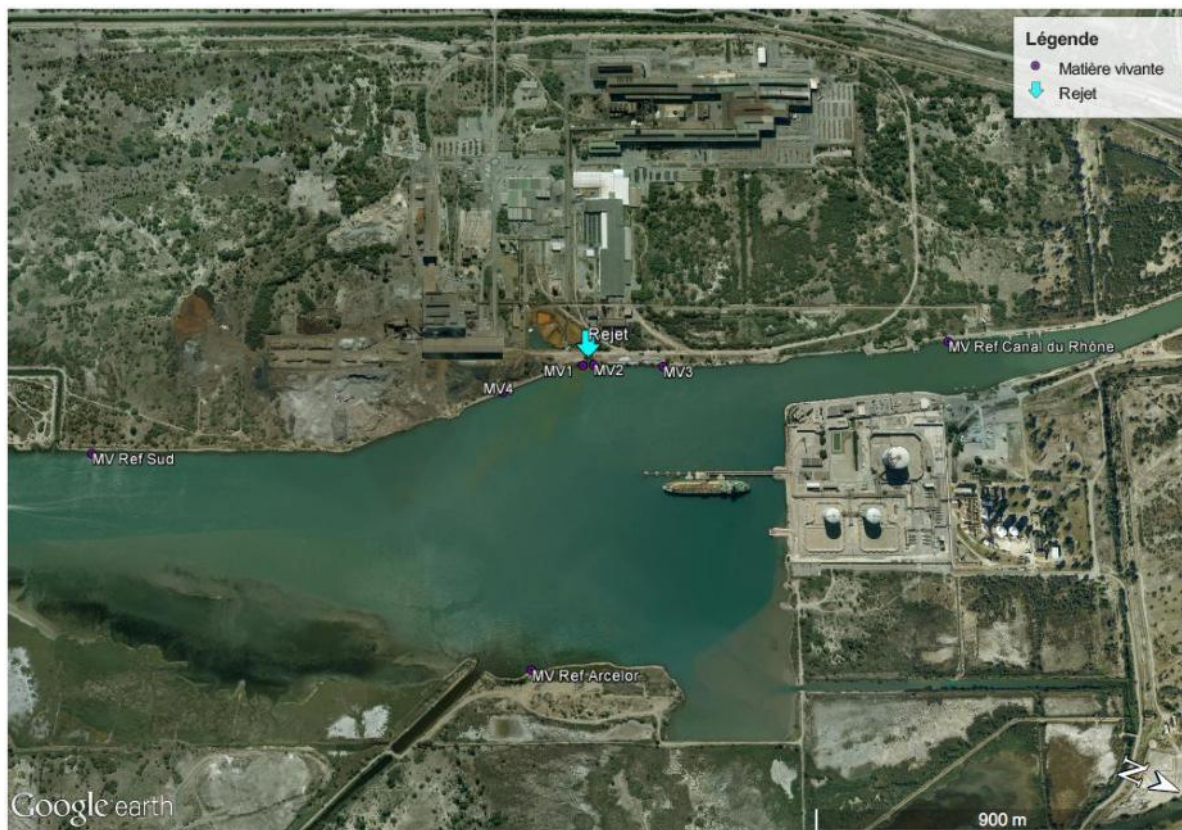


Figure 8 : Localisation des stations de prélèvement de matière vivante

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
MV1	43° 26.798'N	4° 51.150'E
MV2	43° 26.811'N	4° 51.141'E
MV3	43° 26.901'N	4° 51.091'E
MV4	43° 26.711'N	4° 51.259'E
MV Ref. Canal du Rhône	43° 27.253'N	4° 50.828'E
MV Ref. Arcelor	43° 26.900'N	4° 51.711'E
MV Ref. Sud	43° 26.227'N	4° 51.674'E

Tableau 3. Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de matière vivante

Les stations de prélèvement étant localisées à environ 50 cm sous la surface, les échantillons ont été collectés en équipement PMT (Palmes, Masque, Tuba). Sur chaque station, environ 2 kg à 2,5 kg de moules de mêmes classes de taille ont été prélevés.



Figure 9. Prélèvement des moules sur site et tri par classe de taille (setec in vivo 2020)

Les moules ont été conservées vivantes et en glacière à +4°C jusqu'à leur réception au laboratoire **LABOCEA** de Brest (analyses des chaires) ainsi qu'à notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant (analyses de l'indice de condition).

2.3.2 Laboratoire d'analyses

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire **LABOCEA Brest** :

120 avenue Alexis de Rochon
Technopôle de Brest-Iroise - CS 10052
29280 Plouzané

2.3.3 Interprétation des résultats

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

- ❖ **Contaminants inorganiques** en mg/kg de MS :
As, Al, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Fe, Sn, Zn
- ❖ **Contaminants organiques** :
PCB en µg/kg de MS ; HAP en µg/kg de MS ; Indice hydrocarbures en mg/kg de MS

Les résultats d'analyses sont discutés par comparaison aux données du suivi précédent, et mis en relation avec les données issues du ROCCH et du RINBIO.

Le Réseau Intégrateurs Biologiques (RINBIO), développé en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN, anciennement IPSN) depuis 1996, a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination chimique et radiologique dans chaque unité du référentiel géographique du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin RMC. Comme le volet "matière vivante" du Réseau National d'Observation (RNO), il se base sur les capacités bioaccumulatrices de la moule, mais utilise également la technique des transplants qui combine le contrôle expérimental que l'on peut réaliser en laboratoire, avec le réalisme des expériences pratiquées sur le terrain.

Le Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin (ROCCH) anciennement Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) analyse 3 contaminants (ou familles) dans les coquillages : le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le mercure (Hg).

2.4 CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE

2.4.1 Prélèvements

Comme dit précédemment, les prélèvements de sédiments pour analyses du benthos ont été réalisés en même temps que ceux destinés aux analyses géochimiques, les 7 stations d'échantillonnages étant confondues avec celles pour la géochimie. La figure suivante présente l'emplacement de ces stations.

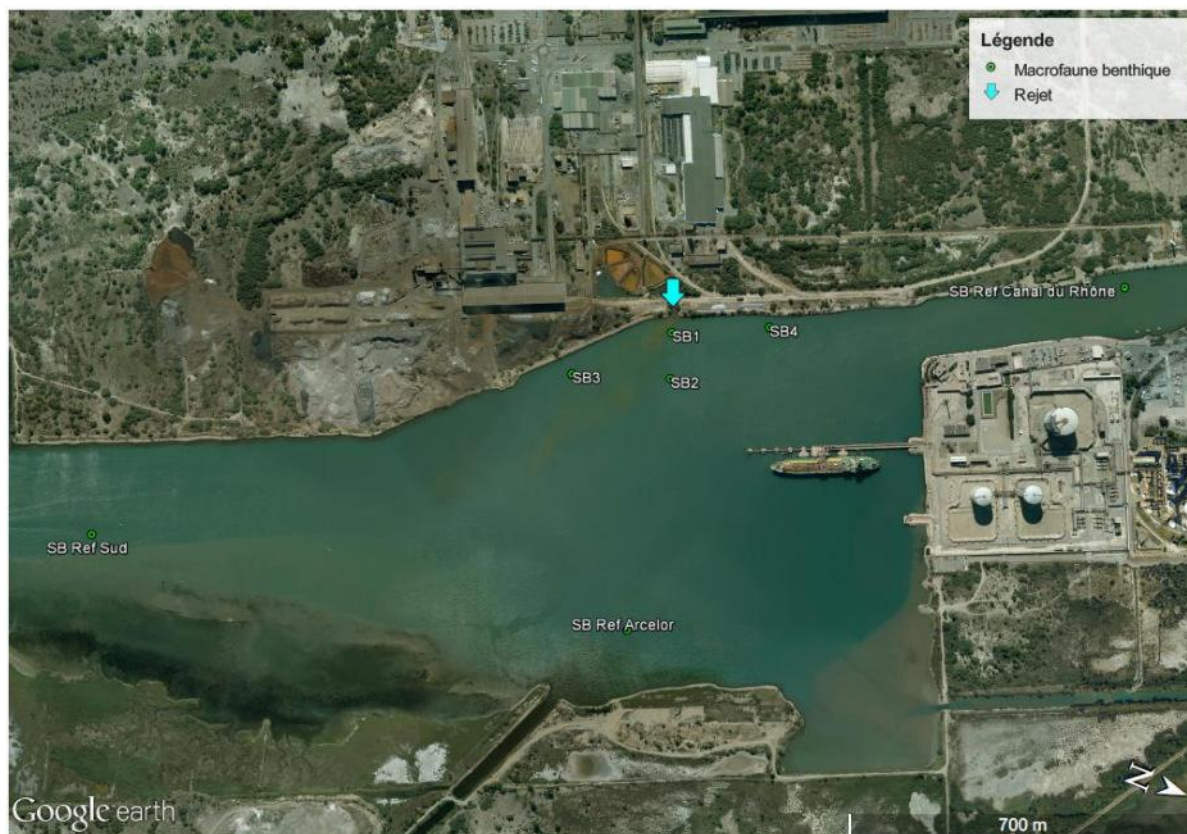


Figure 10 : Localisation des stations de prélèvement de macrofaune benthique

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
SB1	43°26.809'N	4°51.168'E
SB2	43°26.826'N	4°51.234'E
SB3	43°26.723'N	4°51.282'E
SB4	43°26.907'N	4°51.106'E
SB. Ref. Canal du Rhône	43°27.256'N	4°50.851'E
SB. Ref. Arcelor	43°26.883'N	4°51.612'E
SB. Ref. Sud	43°26.297'N	4°51.775'E

Tableau 4. Coordonnées des points de prélèvements (WGS84)

2.4.1 Technique de prélèvement

Le protocole de prélèvement est issu du document de référence de la DCE¹ (2014) qui s'appuie lui-même sur les documents du REBENT² et de la norme NF EN ISO 16665³.

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen. Elle permet l'échantillonnage de 1/10 m² de sédiment à chaque coup de benne, surface « normée » dans les protocoles de prélèvement du macrobenthos. Trois prélèvements ont été effectués pour la détermination du macrobenthos.

Pour le sédiment meuble subtidal, la présence ou l'absence des espèces est en relation avec la nature édaphique du sédiment, notamment la granulométrie (la taille des grains du sédiment). Cette taille de grains dépend de la sédimentation qui est fonction des courants et de l'agitation des masses d'eau.

Engins	Nombre de prélèvements par station	Surface unitaire	Surface totale	Profondeur de pénétration
Benne VAN VEEN	3	1/10 m ²	3/10 m ²	30 cm

Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillonnage effectué à la benne Van Veen

Les échantillons ont été tamisés sur tamis de maille 1 mm, cette taille permettant de ne sélectionner que la macrofaune du sédiment (conformément à la norme ISO 16665). La méiofaune (passant sur le tamis de 1 mm et restant sur le tamis de 40 µm) est écartée, car elle n'est pas retenue dans le protocole des études des travaux de routine sur les peuplements des substrats meubles définis par les scientifiques (DAUVIN, 1989). Les organismes vivants ont ensuite été récupérés puis conservés dans une solution d'éthanol pur (99,90%) et d'eau de mer, pour être identifiés par nos soins sous loupe binoculaire et microscope, dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant.



Figure 11. Illustration du conditionnement des prélèvements des échantillons bio-sédimentaires

¹ Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. - Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p. + Annexes

² Hily. C. et Grall. J. 2003. Fiche Technique REBENT 01 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles.

³ Norme NF EN ISO 16665. 2014. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.

2.4.2 Traitement des échantillons

Le protocole de traitement des échantillons est issu du document de référence de la DCE⁴ (2014) qui s'appuie lui-même sur les documents du REBENT⁵ et de la norme NF EN ISO 16665⁶.

2.4.2.1 Rinçage

- ❖ Au laboratoire, chaque échantillon conservé dans l'éthanol a été rincé à l'eau douce. Les refus d'éthanol ont été filtrés et récupérés dans des bidons spécifiques et seront retraités par une entreprise spécialisée.

2.4.2.2 Tri

- ❖ Chaque échantillon a été trié à l'aide de pinces sous hotte aspirante afin de sélectionner la faune parmi les débris et particules sédimentaires (éventuellement végétales). Les organismes récoltés ont été subdivisés selon leur embranchement (*Annelida*, *Echinodermata*, *Arthropoda*, *Mollusca*...) et conservés dans des piluliers contenant de l'éthanol à 70°.
- ❖ Si le refus de tamis est important et présente une variabilité de sédiments, il peut être utile de fractionner l'échantillon en plusieurs fractions (tamis de 1, 2 ou 5 mm) afin d'optimiser le tri.

2.4.2.3 Identification spécifique

- ❖ Les organismes ont été identifiés sous loupe binoculaire et/ou microscope dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant, jusqu'à l'espèce ou, lorsque ce n'était pas possible (animaux abimés lors des prélèvements ou de la conservation), à un rang taxonomique le plus précis possible.
- ❖ Des exceptions peuvent être faites pour les individus des groupes suivants : *Echiura*, *Hemichordata*, *Hydrozoa*, *Insecta*, *Nemertea*, *Oligochaeta*, *Phoronida*, *Platyhelminthes* et *Priapulida*.
- ❖ La liste bibliographe des ouvrages et documents utilisés pour la détermination est citée en fin du rapport. La validité de chaque nom d'espèce a été vérifiée sur le World Register of Marine Species (WoRMS) ou TAXREF.

⁴ Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. - Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p. + Annexes

⁵ Hily. C. et Grall. J. 2003. Fiche Technique REBENT 01 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles.

⁶ Norme NF EN ISO 16665. 2014. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.

2.4.2.4 Dénombrement

- ❖ En règle générale, le dénombrement se fait sur le comptage des têtes, de la partie postérieure de l'animal si l'identification se base sur cette portion de l'individu ou des disques centraux pour les échinodermes.
- ❖ Lorsque la tête est manquante, mais que la présence de plusieurs parties de l'animal autorisant l'identification est observée sans toutefois permettre un dénombrement, l'individu est alors comptabilisé pour signaler sa présence.



Figure 12. Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (ici des exemples)

2.4.3 Interprétation des résultats

L'exploitation des données benthiques acquises au cours de l'étude s'appuie sur :

- ❖ La caractérisation des peuplements (indices...) ;
- ❖ La structure des peuplements (abondance, richesse selon les groupes zoologiques) ;
- ❖ La caractérisation de l'état général de ces peuplements et de leur sensibilité dans le temps (espèces indicatrices, indices de sensibilité ...).

2.4.3.1 Richesse spécifique (S) et Abondance (A)

La richesse spécifique se définit comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée (Frontier et Pichot-Viale, 1998). Dans le cas présent, elle correspond au nombre d'espèces récoltées dans chaque station par cumul d'espèces recensées dans les répliquats de chaque station.

L'abondance correspond au nombre d'individus recensés par unité de surface déterminée (ici pour 0.26m²). On parle alors de densité, qui s'exprime par unité de surface de 1 m².

La liste d'espèces est établie à partir de bases de données de références que sont **WORMS**⁷ (World Register of Marine Species) et **TAXREF**⁸ (référentiel national sur la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et outre-mer dont le Muséum national d'Histoire naturelle est en charge). S'appuyer sur ces référentiels, permet de respecter la nomenclature et la taxonomie.

2.4.3.2 Indices de diversité

2.4.3.2.1. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Piélou (J')

L'indice de Shannon-Wiener est calculé d'après la formule suivante :

$$H' = - \sum ((N_i / N) * \log_2(N_i / N))$$

N_i : nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces).

N : nombre total d'individus.

Cet indice permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à log S (lorsque toutes les espèces ont même abondance). L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983).

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité (J') de Piélou (1966), appelé également indice d'équirépartition. Il correspond au rapport entre la diversité (H') observée au sein d'une station et la diversité maximale, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (Frontier et al., 2004). Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage. L'indice équitabilité (Piélou, 1966) complète l'indice de diversité de Shannon (H'). Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en termes de dominance d'une ou de plusieurs espèces.

La formule de l'équitabilité est la suivante :

$$J' = H' / H'_{\max}$$

⁷ <http://www.marinespecies.org/>

⁸ <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/referentielTaxo>



Il est considéré que l'équitabilité d'une communauté d'un milieu non-perturbé tend vers 1, et qu'il existe la valeur seuil de 0,8 qui désigne ainsi une communauté non équilibrée, où une espèce plus résistante que les autres devient alors largement prédominante.

2.4.3.2.2. Modèle DIMO

Cette représentation permet la visualisation de la richesse spécifique ($\log_2 S$), de l'indice de Shannon-Weaver (H') et de l'équitabilité (E') sur un même plan, dans le but d'analyser la structure des peuplements (Qinghong, 1995).

2.4.3.3 **Indice basé sur les groupes écologiques : l'AMBI**

L'évaluation de la qualité environnementale d'un milieu peut également, et de manière complémentaire, être approchée par une analyse et une reconnaissance des groupes écologiques. Ces derniers sont composés d'espèces de polluo-sensibilité différentes. Ces groupes sont considérés comme des indicateurs biologiques face à l'excès de matière organique et au déficit d'oxygène résultant de sa dégradation. Les espèces sont regroupées en 5 groupes écologiques de polluo-sensibilité différentes :

- ❖ **Groupe I** : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a enrichissement du milieu. Ce sont des suspensivores, des carnivores sélectifs et quelques dépositivores de subsurface tubicoles.
- ❖ **Groupe II** : espèces indifférentes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont peu influencées par une augmentation de la quantité de matière organique (espèces carnivores et nécrophages peu sélectives).
- ❖ **Groupe III** : espèces tolérantes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont naturellement présentes dans les vases, mais comme leurs proliférations sont stimulées par l'enrichissement du milieu, leur présence est un signe du déséquilibre du système. Ce sont des espèces dépositivores de surface, profitant du film superficiel chargé de matière organique.
- ❖ **Groupe IV** : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (< 1 an), abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées. Ce sont des dépositivores de subsurface.
- ❖ **Groupe V** : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface.

Le modèle des Indices Biotiques (IB) mis en place par Glémarec et Hily (1981) a permis de distinguer 4 grandes étapes de variations du milieu en fonction des espèces observées :

- ❖ Indice Biotique = 0. Il constitue l'état normal d'un peuplement avec une dominance des espèces sensibles (Groupe écologique I), les premières à disparaître en cas de pollution organique. Ce sont généralement des suspensivores, dépositivores de surface ou carnivores.
- ❖ Indice Biotique = 2. Les espèces tolérantes (Groupe 3) sont stimulées et sont beaucoup plus abondantes. Ce sont des dépositivores de surface comme les mollusques bivalves (*Abra*, *Tellina*...), des polychètes Ampharetidés ou des Spionidés. Apparaissent aussi les premiers détritivores, consommateurs de matière végétale figurée (Crustacé, Tanaïdace), c'est le cas des Nereidés ou d'amphipodes Talidridés, Dexaminidés, Gammaridés, Melitidés... Ces espèces tolérantes, dominant les espèces sensibles, définissent cette première étape du déséquilibre.
- ❖ Indice Biotique = 4. C'est la première étape de pollution. Le milieu est caractérisé par des espèces opportunistes de second ordre (groupe IV) susceptibles de proliférer. Ces espèces sont des dépositivores de surface ou de subsurface (limivores) qui appartiennent à des familles de polychètes spécialisées parmi lesquelles les Cirratulidés, les Spionidés du genre *Polydora* avec de nombreuses espèces, les Nereidés du genre *Neanthes*, des Eunicien de la famille des Dorvilleidés et des Capitellidés.
- ❖ Indice Biotique = 6. C'est l'étape de pollution maximale, caractérisée par quelques espèces opportunistes de 1^{er} ordre, qui atteignent des densités exceptionnelles (100 000 ind/m²) à la surface des sédiments réduits. Ces espèces très peu nombreuses sont : le Capitellidé *Capitella capitata* (complexe d'espèces), le Spionidé *Malacoceros fuliginosus* et le Leptostracé *Nebalia bipes*. Ces espèces cohabitent avec de nombreux Oligochètes (*Clitellata*) et nématodes.

Entre ces quatre grandes étapes existent des étapes de transition (IB = 1, 3 et 5), définies en premier lieu par l'effondrement des paramètres de Richesse Spécifique et d'Abondance ou au contraire, par l'explosion d'une espèce indifférente (groupe II), favorisée par le manque de compétition. Ces espèces sont généralement carnivores (ex. : *Nephtys hombergii*) ou nécrophages (ex. : *Pagurus*). L'étape 7 correspond au milieu azoïque c'est-à-dire qu'aucun invertébré n'y survit.

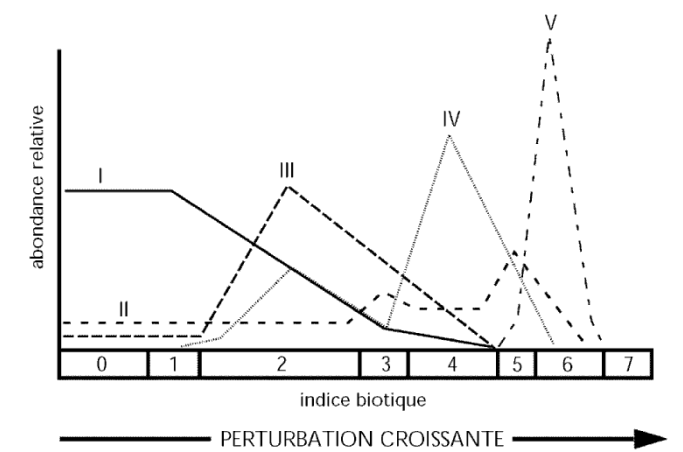


Figure 13. Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques le long du gradient de perturbations croissantes (Glémarec et Hily, 1981)



L'indice biotique pour la macrofaune benthique : l'AMBI

Les indices biotiques pour la macrofaune benthique ont été développés dans le cadre du contrôle de surveillance des eaux de transition pour la Directive Cadre sur l'Eau (Agence de l'Eau & Ifremer). L'indice AMBI repose sur les proportions d'abondance que représentent les 5 groupes écologiques correspondant au classement des espèces en fonction de leur sensibilité/tolérance face à un gradient de stress environnemental (par exemple une pollution ou une modification du milieu). L'indice calculé permet de qualifier le milieu de 0 (milieu normal, aucune pollution d'ordre organique) à 7 (milieu azoïque, très forte pollution d'ordre organique).

Calcul de l'AZTI Marine Biotic Index (AMBI) (Borja *et al.*, 2000) :

$$\text{AMBI} = \{(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

Avec : %GI : abondance relative des espèces sensibles aux perturbations

%GII : abondance relative des espèces indifférentes aux perturbations

%GIII : abondance relative des espèces tolérantes aux perturbations

%GIV : abondance relative des espèces opportunistes de second ordre

%GV : abondance relative des espèces opportunistes de premier ordre

L'AMBI a été soumis à de multiples tests pour vérifier sa validité (Borja *et al.*, 2004) et possède l'avantage d'avoir été comparé à ceux fournis par d'autres analyses univariées (diversité, richesse spécifique) ou multivariées pour prouver sa robustesse et son pouvoir discriminant. D'autre part, il a été validé par une série de tests basés sur des composants chimiques (Borja *et al.*, 2000) en identifiant et caractérisant des gradients spatiaux et temporels.

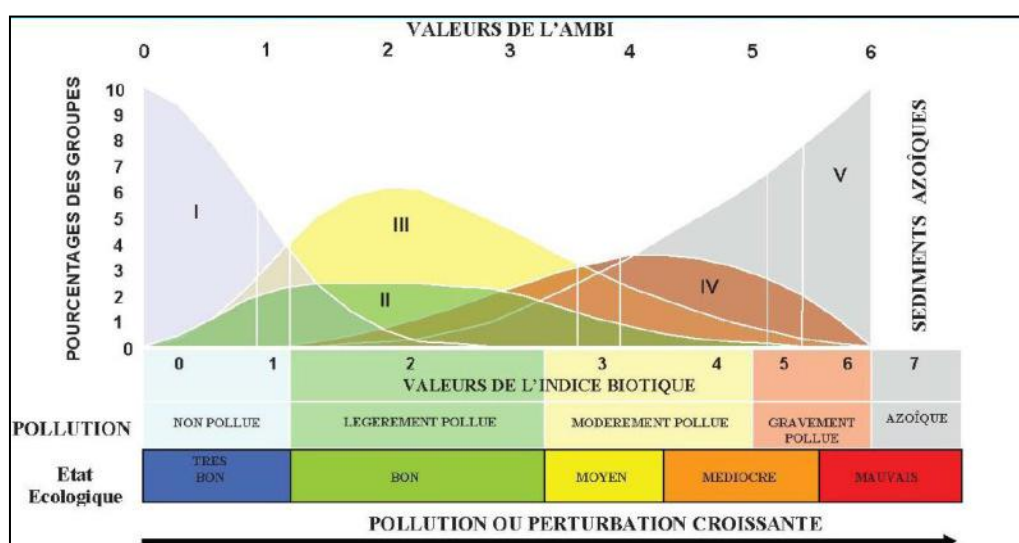


Figure 14. Base écologique de l'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000)

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	$5.5 < \text{AMBI} \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4.3 < \text{AMBI} \leq 5.5$	Gravement pollué
Moyen	$3.3 < \text{AMBI} \leq 4.3$	Modérément pollé
Bon	$1.2 < \text{AMBI} \leq 3.3$	Légèrement pollué, état transitoire
Très bon	$0 < \text{AMBI} \leq 1.2$	Normal

Tableau 6. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques de la DCE (Borja et al, 2004)

L'indice AMBI permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). En effet, une corrélation avec les Etats Ecologiques définis par la Directive Cadre Eau a été proposée par Borja (2004).

L'utilisation de ces indices basés sur les groupes écologiques permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). Ils peuvent s'avérer intéressants dans le cadre d'un suivi bio-sédimentaire. La modification des peuplements peut alors être classifiée en prenant en compte les caractéristiques propres aux espèces considérées (tolérances, etc.).



2.4.3.4 Classification des habitats en présence

Afin de faciliter la gestion des données sur les habitats naturels et les végétations dans les systèmes d'information sur la nature, le Muséum National d'Histoire Naturelle (**MNHN**) rend disponible le référentiel national des habitats **HABREF**⁹ sous forme informatique sur son site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (**INPN**).

Une fois la recherche effectuée pour les habitats benthiques étudiés au sein de l'étude, une correspondance peut être effectuée dans HABREF. En réalisant les correspondances entre les habitats marins des différentes typologies, l'information et les travaux effectués dans leurs programmes respectifs deviennent accessibles et mutualisables.

Chaque typologie contenue dans HABREF est également téléchargeable séparément, tout comme chacune des tables de correspondances.

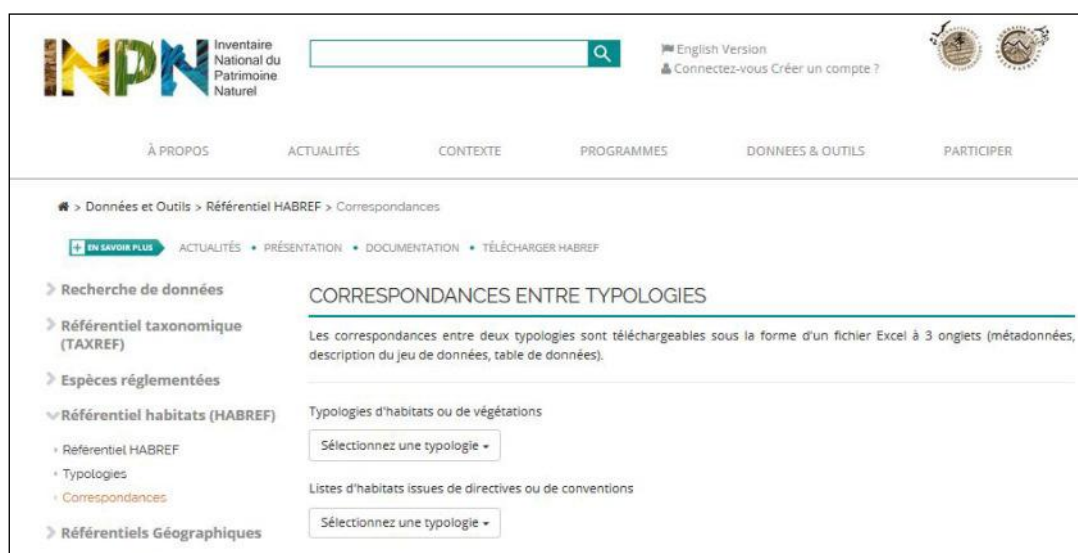


Figure 15. Recherche de correspondances dans les typologies d'habitats sur le site de l'INPN

2.4.3.4.1. La typologie EUNIS¹⁰

La typologie des habitats retenue pour lister les habitats benthiques de l'étude est la classification **EUNIS** (European Nature Information System), référence européenne de classification des habitats pour les domaines terrestres, dulçaquicoles et marins.

Cette typologie repose sur un classement hiérarchique des habitats permettant, pour le domaine marin, d'accéder à des niveaux de précision allant de la simple distinction entre les types rocheux ou meuble (niveau 2), intégrant d'une part, le mode d'exposition et le type de substrat (niveau 3), puis, d'autre part,

⁹ <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats>

¹⁰ Davies C., Moss D., O Hill M., 2012. **EUNIS Habitat Classification revised 2012**

la notion de groupement fonctionnel d'habitats (niveau 4), jusqu'à l'identification précise des peuplements benthiques définis par la présence d'espèces dominantes ou de groupes d'espèces caractéristiques (niveaux 5 et 6).

Concernant le substrat, la détermination des différents types de sédiments est basée sur des caractéristiques granulométriques. La classification granulométrique et sédimentaire la plus souvent utilisée est celle de Wentworth (1922) et Folk (1954).

Fondée sur les travaux des anglo-saxons, la typologie EUNIS subit encore des évolutions au fur et à mesure de sa mise en application. Toutefois en accord avec le programme MESH (Mapping European Seabed Habitats), le Réseau Benthique (REBENT), la version retenue dans cette étude, pour la détermination des habitats benthiques, est la version EUNIS de 2007 révisée en 2012. L'intérêt d'utiliser EUNIS réside dans la possibilité de comparer les habitats au niveau européen et de faciliter la mise en œuvre de directives européennes telles que la Directive Habitats et son outil opérationnel Natura 2000.

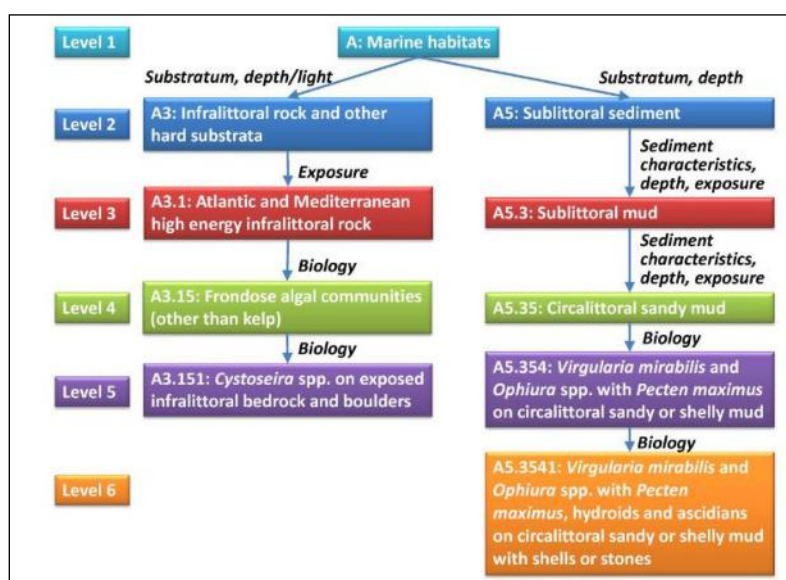


Figure 16. Exemples de la hiérarchie d'EUNIS et les critères utilisés aux différents niveaux

Afin de faciliter l'appropriation de cette typologie par les acteurs concernés (scientifiques, gestionnaires ou bureaux d'études) et favoriser les échanges de connaissance sur la biodiversité des habitats benthiques en cohérence avec ce standard, deux documents ¹¹ ont été publiés en 2015. Ces documents sont une traduction française qui transcrit au mieux les descriptions d'habitats de la classification EUNIS.

Il s'agit dans ces documents, du dictionnaire de la typologie EUNIS dans sa version 2007, revue en 2012 pour des modifications des codes de la classification paléarctique et ceux de la classification des habitats marins

¹¹ Bajjouk Touria, Guillaumont Brigitte, Michez Noemie, Thouin Benoît, Croguennec Chantal, Populus Jacques, Louvel-Glaser Justine, Gaudillat Vincent, Chevalier Claire, Tourolle Julie, Hamon Dominique (2015). Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 1. Habitats Littoraux et Vol. 2. Habitats subtidaux & complexes d'habitats

de la Grande Bretagne. A noter que cette description reste identique pour les habitats communs à la version 2004, largement utilisée comme typologie de référence, notamment pour la cartographie d'habitats dans le cadre du REBENT. Seuls les habitats benthiques présents ou potentiellement présents en France ont été traduits. La présence en France a été déterminée par consultation des experts du domaine ainsi que des documents de référence (référentiel national, descriptifs EUNIS, Barcelone, Cartes historiques).



Figure 17. EUNIS : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée (2015)

En janvier 2019, est paru également un guide intitulé « GUIDE de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS »¹².

Ce guide est un outil d'accompagnement à l'identification des habitats avec la typologie EUNIS.

Il permet de mieux appréhender cette typologie d'habitat et d'améliorer la rigueur et la reproductibilité des interprétations et identifications réalisées sur le terrain comme préalable aux inventaires, cartographies et suivis. À terme, cela permet d'entrevoir une bancarisation plus efficace des informations sur la distribution des habitats.

¹² Guillaume Gayet, Florence Baptist, Lise Maciejewski, Rémy Poncet, Farid Bensettiti, 2018. **Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS** - version 1.0. AFB, collection Guides et protocoles, 230 pages

Sont proposés :

- une présentation de la typologie EUNIS (Partie A) ;
- des clefs de détermination pour identifier les grands types d'habitats jusqu'au niveau 3 d'EUNIS ; ce qui est le plus souvent possible à toute période de l'année sans relevé floristique (Partie B) ;
- des descriptions illustrées pour vérifier l'identification réalisée (Partie C) ;
- en complément, les habitats qui peuvent représenter des objectifs particuliers de conservation sont indiqués (Annexe).

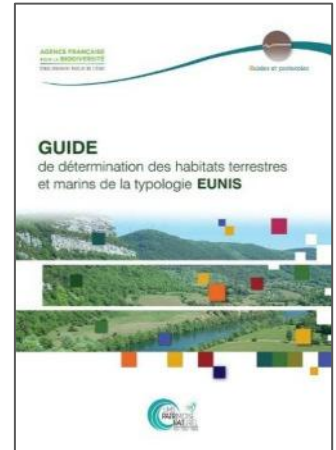


Figure 18 : Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS (2019)

2.4.3.4.2. « Cahiers d'Habitats » Natura 2000 ¹³

Publiés en 2004, les Cahiers d'Habitats sont la continuité de la classification Corine Biotope (1991). Ils déclinent les habitats génériques de la Directive Habitats en 7 tomes. Dans celui concernant les milieux côtiers (Tome 2), huit habitats génériques sont reconnus :

- ❖ 1110 : Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine ;
- ❖ 1120 : Herbiers à Posidonies ;
- ❖ 1130 : Estuaires ;
- ❖ 1140 : Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ;
- ❖ 1150 : Lagunes côtières ;
- ❖ 1160 : Grandes criques et baies peu profondes ;
- ❖ 1170 : Récifs ;
- ❖ 8330 : Grottes marines submergées ou semi-submergées.



Figure 19. Exemple de fiche d'habitat élémentaire de N2000

Ces 8 habitats génériques se déclinent en 43 habitats élémentaires pour les côtes françaises. Les habitats déclinés sont l'expression d'une variabilité écologique (chorologique, climatique, édaphique...) ou biogéographique (répartition atlantique et méditerranéenne...), ou de l'influence anthropique (modes de gestion) de l'habitat générique.

¹³ « Cahiers d'Habitats » Natura 2000 - 2004. Tome 2, Habitats côtiers. La Documentation française

2.4.3.4.3. Le référentiel national : La Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & La Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée^{14 15}

Publié par le Service du Patrimoine Naturel (Muséum national d'Histoire Naturelle), le référentiel national des habitats marins benthiques est composé de deux parties : une typologie des **biocénoses benthiques de Méditerranée** réalisée en 2011 (Michez et al. et mise à jour en 2014) et une pour les habitats présents en **Manche, en Mer du Nord et en Atlantique** (Michez et al., 2015).

Ce référentiel national définit un langage commun facilitant la mise en œuvre des politiques publiques de conservation et permet d'inventorier les habitats présents en France métropolitaine. Son utilisation est préconisée pour l'ensemble des programmes ayant attrait à la conservation des habitats marins à l'échelle nationale.

Il sert également de support pour établir le point de vue français sur cette thématique ainsi que les propositions de modifications et d'ajouts au référentiel européen des habitats EUNIS.

Ce référentiel est décliné en **6 niveaux** pour la Manche, Mer du Nord et Atlantique et en **4 niveaux** pour la Méditerranée.



Figure 20. Les typologies des biocénoses benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & de Méditerranée (2015 et 2014)

¹⁴ Michez N., Bajjouk T., Aish A., Andersen A. C., Ar Gall E., Baffreau A., Blanchet H., Chauvet P., Dauvin J.-C., De Casamajor M. - N., Derrien - Courtel S., Dubois S., Fabri M. - C., Houbin C., Legall L., Menot L., Rolet C., Sauriau P.-G., Thiebaut E., Tourolle J., Van den Beld I., 2015. **Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique Version 2. Rapport SPN 2015 - 45**, MNHN, Paris, 61 pages.

¹⁵ Michez N., Fourt M., Aish A., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Fabri M.-C., Goujard A., Harmelin J.-G., Labrune C., Pergent G., Sartoretto S., Vacelet J., Verlaque M., 2014. **Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée Version 2. Rapport SPN 2014 - 33**, MNHN, Paris, 26 pages.

2.5 SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS SUIVIS ET NOMENCLATURE ADOPTÉE

Station	Compartiment	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
SB1	Sédiment Benthos	43° 26.809'N	4° 51.168'E	4,5
SB2	Sédiment Benthos	43° 26.826'N	4° 51.234'E	5
SB3	Sédiment Benthos	43° 26.723'N	4° 51.282'E	11
SB4	Sédiment Benthos	43° 26.907'N	4° 51.106'E	5
S5	Sédiment	43° 26.666'N	4° 51.367'E	12
S6	Sédiment	43° 27.057'N	4° 51.018'E	5
SB. Ref. Canal du Rhône	Sédiment Benthos	43° 27.256'N	4° 50.851'E	5
SB. Ref. Arcélor	Sédiment Benthos	43° 26.883'N	4° 51.612'E	7
SB. Ref. Sud	Sédiment Benthos	43° 26.297'N	4° 51.775'E	6
SE Lag. Asco	Sédiment	43° 26.762'N	4° 51.102'E	2
MV1	Matière Vivante	43° 26.798'N	4° 51.150'E	0,5
MV2	Matière Vivante	43° 26.811'N	4° 51.141'E	0,5
MV3	Matière Vivante	43° 26.901'N	4° 51.091'E	0,5
MV4	Matière Vivante	43° 26.711'N	4° 51.259'E	0,5
MV Ref. Arcélor	Matière Vivante	43° 26.900'N	4° 51.711'E	0,5
MV Ref. Canal du Rhône	Matière Vivante	43° 27.253'N	4° 50.828'E	0,5
MV Ref. Sud	Matière Vivante	43° 26.227'N	4° 51.674'E	0,5

Tableau 7. Coordonnées GPS (WGS 84) et profondeur des stations de suivi



3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

3.1.1 Données météorologiques

3.1.1.1 Pluviométrie

Au niveau de la zone d'étude, les précipitations sont typiques de la région méditerranéenne. L'été est sec et se poursuit par un automne pluvieux. A Istres, située à environ 13 km du rejet, les précipitations annuelles moyennes sont de 282 mm en 2020 (cumul) et sont maximales en novembre 2019 (infoclimat.fr).

Durant l'été, les précipitations sont épisodiques, mais correspondent généralement à des épisodes orageux intenses, mais brefs, particulièrement à partir du mois d'août, sauf pour cette année 2019 où les précipitations ont été plus fortes à partir d'octobre- novembre. La plus forte précipitation quotidienne durant ce mois depuis le début des mesures en 1973 a d'ailleurs été mesurées en le en novembre 2019 avec 173 mm de précipitations.

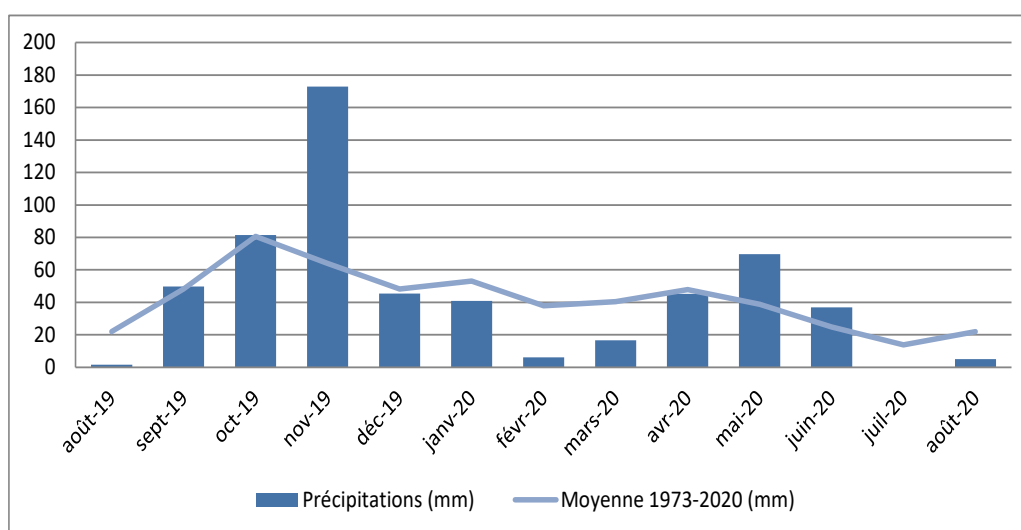


Figure 21. Pluviométrie à Istres d'août 2019 à août 2020 (infoclimat.fr)

Durant les 10 jours ayant précédé l'intervention en 2020, des précipitations ont été enregistrées du 19 au 23 septembre par la station météorologique.

L'année 2020 se différencie de l'année 2018, à Istres, par des pluies généralement moins importantes au printemps 2020 et plus importantes à l'automne 2019. Les précipitations mesurées au cours du mois précédant les prélèvements, en août 2020, ont été quasi nulles. Les pluies survenues dans les 10 jours précédant les prélèvements ont été présentes durant 5 jours et ont peut-être influencé les concentrations de polluants dans les sédiments ou la matière vivante.

3.1.1.2 Vent

Le golfe de Fos est caractérisé par deux principaux régimes de vents :

- ❖ Le Mistral, un vent de secteur nord-ouest sec et froid venant de la vallée du Rhône.
- ❖ Un vent marin de secteur sud-est, qui est moins fréquent, mais peut entraîner une forte agitation marine.



Direction et répartition de la force du vent

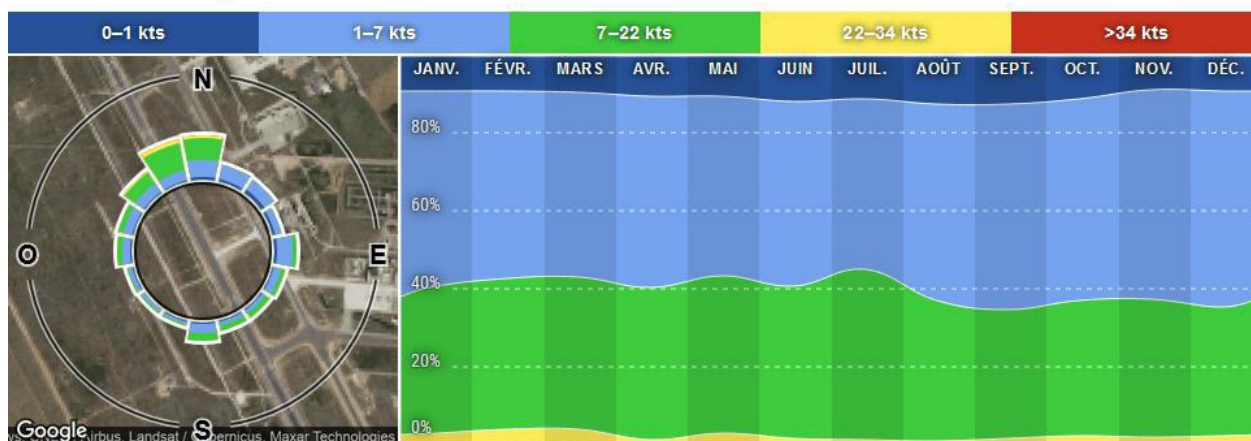


Figure 22. Statistiques des vents à Istres entre novembre 2000 et août 2020, de 7h à 19h -
4 beauforts = 12 kts = 20 à 28 km/h (windfinder.com)

Ces régimes de vent n'ont pas de périodicité propre. Néanmoins, les périodes où les vents sont les plus faibles et où les rafales supérieures à 16 m/s (ou 58 km/h) sont les moins fréquentes et correspondent au mois d'août. Les jours sans vents représentent moins de 4% du temps sur l'année.



Date	20/09 /2020	21/09 /2020	20/09 /2020	22/09 /2020	23/09 /2020	25/09 /2020	26/09 /2020	27/09 /2020	28/09 /2020	29/09 /2020	30/09 /2020
Rafales maximum (Km/h)	22.2	16.7	22.2	16.7	20.4	42.6	37.0	37.0	31.5	29.6	13.0

Tableau 8. Rafales maximums du vent à Istres 10 jours précédant l'intervention 2020 (prevision-meteo.ch)

Pour rappel, les prélèvements en 2018 avaient été effectués à la suite d'une période de calme qui a duré plusieurs jours.

L'agitation générée par les vents n'avait probablement pas été suffisante pour engendrer une perturbation du milieu sédimentaire lors des prélèvements.

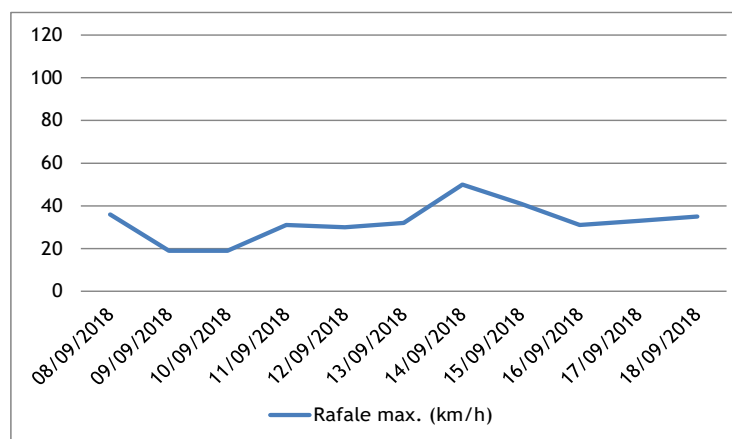


Figure 23. Vitesse du vent à Istres (13) en rafales maximum durant les 10 jours précédant l'intervention 2018

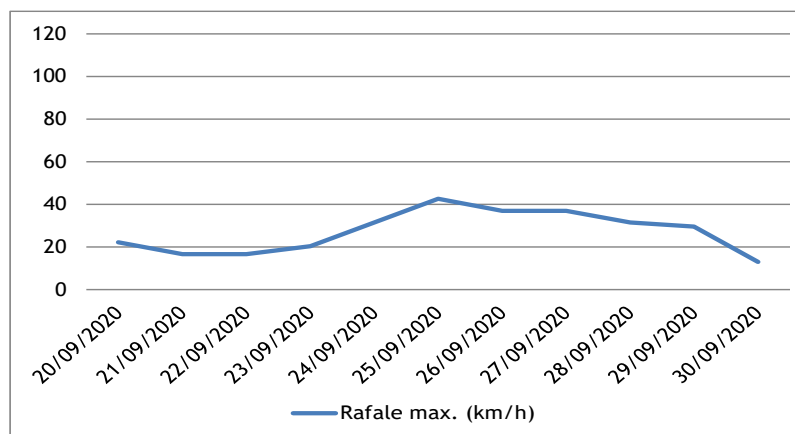


Figure 24. Vitesse du vent à Istres (13) en rafales maximum durant les 10 jours précédant l'intervention 2020

Les prélèvements ont été effectués en 2020 à la suite d'une période de calme qui a duré plusieurs jours. Les vitesses des vents étaient comprises depuis le 20 septembre 2020 jusqu'à la date des prélèvements entre 13 et 42 km/h (3 à 7 Beauforts). Au plus fort, ces vents correspondent au terme générique de « grand frais » (lames déferlantes, traînées d'écume).

L'agitation générée par les vents n'a probablement pas été suffisante pour engendrer une perturbation du milieu sédimentaire lors des prélèvements.

3.1.2 Courantologie et hydrodynamisme

Le Golfe de Fos est une zone semi-fermée de 42 km² et d'une profondeur moyenne de -8 m, à l'exception du chenal d'accès aux darses 1 et 2 qui est dragué à -24 m.

L'amplitude des marées et des courants associés jouent un rôle extrêmement faible dans la circulation des eaux dans le golfe, qui est principalement contrôlée par les vents :

- ❖ Le Mistral entraîne des upwellings côtiers qui ont pour conséquence un rapide refroidissement des eaux littorales.
- ❖ Les vents de secteur sud-est sont également à l'origine d'importants processus hydrodynamiques côtiers. Ils induisent des courants rapides, peuvent générer de fortes houles et jouent un rôle important dans le transport sédimentaire.

La courantologie de surface dans le golfe de Fos est présentée ci-après pour les vents dominants de Nord-Ouest et de Sud-Est (Ulses, 2002).

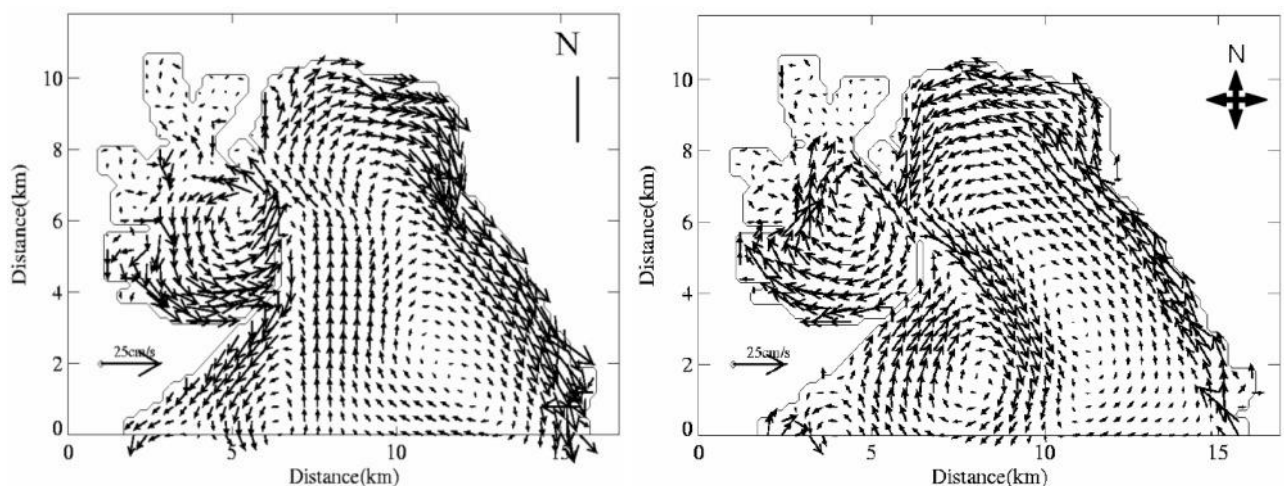


Figure 25. Courants de surface moyens obtenus avec le modèle SYMPHONIE en présence de vents de 8 m/s de secteur 330° (NO) à gauche, et de secteur 140° (SE) à droite (ULSES, 2002)

Par Mistral, une circulation des eaux dans le sens horaire est observée dans le golfe de Fos. Les courants côtiers générés par les vents de secteurs nord/nord-ouest sont très faibles (vitesse moyenne < 10 m/s) et impactent peu les darses à l'ouest du golfe. Ils forcent en revanche le long de la côte Est du golfe. Ce vent génère des houles courtes et de secteur nord/nord-ouest, d'une hauteur ne dépassant généralement pas 0,9 m.

Par vent de secteur sud-est, la circulation des eaux est inversée (antihoraire). Les courants côtiers qui en découlent sont également très faibles et impactent peu les darses à l'Ouest. Quelle que soit la direction du vent, la vitesse des courants diminue avec la profondeur au sein de la colonne d'eau. La houle levée par le vent de Sud-Est est généralement plus longue et vient du Sud (Nortekmed-Océanide, juin 2010). Les houles les plus importantes dans le golfe de Fos sont observées par vents d'Est/Sud-Est à Sud, qui peuvent atteindre



une hauteur significative supérieure à 1,8 m. Le golfe de Fos est également influencé par les apports d'eau douce du Rhône, les canaux qui desservent la Darse 1 et les eaux saumâtres de l'étang de Berre.

Les vents soufflants au niveau de la zone d'étude génèrent des courants de vitesses relativement faibles (<10 m/s). Ils n'entraînent donc que peu d'entrées maritimes au niveau des darses. Les eaux de la darse 1 restent donc majoritairement influencées par le canal du Rhône dans sa partie nord. La station de référence Ref Sud peut néanmoins être influencée par les eaux marines en provenance du golfe et la station Ref Arcelor par les eaux de rejet de l'usine ArcelorMittal située sur le versant Est de la darse.

3.1.3 Hydrographie

3.1.3.1 Etat des masses d'eau

Le golfe de Fos est identifié dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) comme une masse d'eau côtière fortement modifiée (MEFM). Selon la fiche du SDAGE 2016-2021 présentée ci-dessous, l'état écologique de cette masse d'eau est moyen et son état chimique mauvais en raison de la présence de mercure et de ses composés.

Golfe de Fos - LP_16_90				
FRDC04 Golfe de Fos			Eaux côtières	MEFM
Etat écologique : Moyen	Objectif : bon potentiel	2021	Etat chimique sans ubiquiste : Bon	Objectif : 2015
			Etat chimique avec ubiquiste : Mauvais	Objectif : 2027
Motivations en cas de recours aux dérogations :	FT		Motivations en cas de recours aux dérogations :	FT
Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :	activités maritimes, substances dangereuses		Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :	Mercure et ses composés
Commentaire				
Mesures pour atteindre les objectifs de bon état				
Pression à traiter : Activités maritimes				
GOU0202 Mettre en place ou renforcer un outil de gestion concertée (hors SAGE)				
MIA0701 Gérer les usages et la fréquentation sur un site naturel				
Pression à traiter : Pollution ponctuelle par les substances (hors pesticides)				
GOU0101 Réaliser une étude transversale (plusieurs domaines possibles)				
IND0201 Créer et/ou aménager un dispositif de traitement des rejets industriels visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée)				
IND0301 Mettre en place une technologie propre visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée)				
Mesures pour atteindre l'objectif de réduction des émissions de substances				
IND12 Mesures de réduction des substances dangereuses				

Figure 26. Fiche technique de la masse d'eau « Golfe de Fos » du SDAGE RMC en vigueur

La campagne de mesure de l'Ifremer effectuée dans le cadre de la DCE en 2012 montre une contamination des biotes (moules) par le mercure, ce qui a pour effet de maintenir la masse d'eau en « état mauvais ».

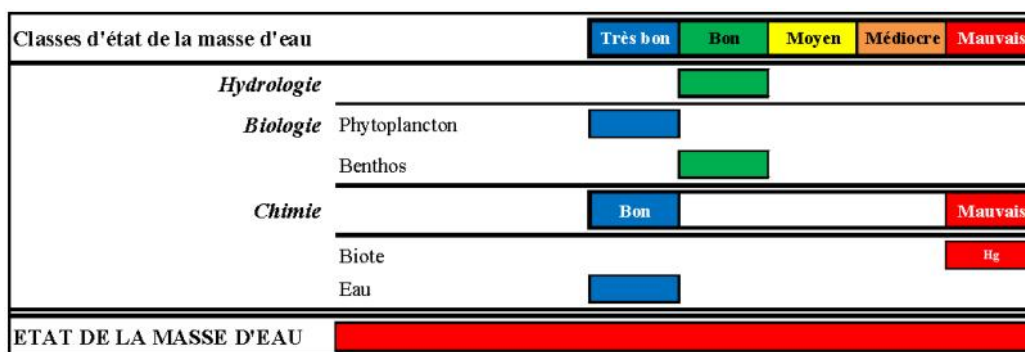


Figure 27. Bilan de l'état de la masse d'eau « Golfe de Fos » au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013)

La masse d'eau est classée en « mauvais état » en 2012 en raison de la présence de mercure dans les échantillons de moules analysés.

La zone d'étude se situe au nord-est de l'embouchure du Grand Rhône. Le Rhône est à la fois une source importante de nutriments pour la vie marine, mais également un vecteur de contaminants. D'une longueur de 800 km, il est le milieu récepteur de nombreux rejets urbains et industriels qui contribuent à la contamination générale du fleuve. Son embouchure est identifiée dans le SDAGE comme une masse d'eau de transition fortement modifiée.

Rhône maritime - TR_00_04					
FRDT20		Grand Rhône du seuil de Terrin à la méditerranée		Eaux de transition	Masse d'eau fortement modifiée
Objectif d'état écologique : bon potentiel		Echéance : 2015		Objectif d'état chimique sans ubiquiste - Echéance : 2015	
Motivations en cas de recours aux dérogations :				Objectif d'état chimique avec ubiquiste - Echéance : 2027	
Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :				Faisabilité technique	
				Paramètres faisant l'objet d'une adaptation : Benzo(g,h,i)peryène + Indeno(1,2,3-cd)pyrène / Mercure et ses composés	
Objectif plus strict au titre des zones protégées :					
Mesures pour atteindre les objectifs de bon état					
Pression à traiter : Altération de la morphologie					
MIA0101 Réaliser une étude globale ou un schéma directeur visant à préserver les milieux aquatiques					

Tableau 9. Fiche technique de la masse d'eau « Grand Rhône du seuil de Terrin à la Méditerranée » du SDAGE RMC en vigueur

Classes d'état de la masse d'eau	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>					
ETAT DE LA MASSE D'EAU					

Figure 28. Bilan de l'état de la masse d'eau FRDT20 au titre de la DCE, campagne 2012 (Ifremer, 2013)



La masse d'eau « Grand Rhône du seuil de Terrin à la Méditerranée » à laquelle est reliée la darse 1 via le canal du Rhône présentait un très bon état hydrologique en 2012. Cependant, l'indicateur « Hydrologie » est pour l'instant le seul paramètre analysé sur cette masse d'eau, contrairement à plusieurs autres masses d'eaux de transition pour lesquelles des indicateurs « Biologie » et « Chimie » sont évalués.

3.1.3.2 Le Rhône et son panache

Le Rhône fonctionne selon un régime hydrologique régulier contrôlé par la fonte des glaciers alpestres, la fonte nivale et les précipitations (Bravard et Clémens, 2008). Au niveau de Beaucaire et Tarascon (dernières stations de mesure du débit du fleuve avant l'embouchure), le débit moyen journalier du Rhône a été estimé à environ 1700 m³/s. Ce débit varie au cours des saisons et connaît généralement ses plus fortes valeurs au printemps et à l'automne. Les étiages dans la partie aval du Rhône sont rarement extrêmes et apparaissent progressivement. Les périodes de faibles débits (débit inférieur à la moyenne) apparaissent de juin-juillet à octobre. Les périodes de crues (débit dépassant le seuil des 3000 m³/s) arrivent en général brutalement dès le retour de la saison des pluies en automne.

Les eaux du Rhône sont dispersées, dès leur arrivée en mer, par les vents et les courants. Son panache s'étend globalement du Golfe du Lion à l'Ouest, au cap Couronne à l'Est, dans la zone bathymétrique de 20 à 100 m.

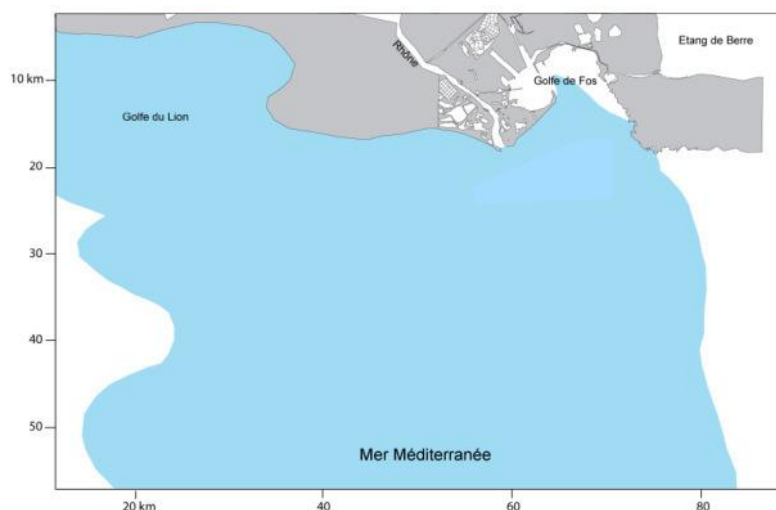


Figure 29. Extension maximale du panache de dilution du Rhône (Hermand, 2008)

Le panache évolue de manière différente en fonction des conditions météorologiques (Hermand, 2008) :

- ❖ Par temps calme, la topographie favorise l'entrée d'eau douce du Rhône dans le sud du golfe de Fos.
- ❖ Par vent de Nord-Ouest, le panache se détache de la côte et se dirige vers le sud sur une vingtaine de kilomètres puis dévie vers le Sud-Ouest au large.

- ❖ Par vent de Sud-Est, le panache est plaqué contre la côte camarguaise. La majorité des eaux fluviales est alors dirigée vers l'Ouest, mais une petite partie pénètre dans le golfe de Fos, le long du They de la Gracieuse.
- ❖ Par vent de Sud-Ouest, le panache est poussé vers l'Est favorisant une entrée significative d'eau fluviale dans le golfe de Fos.

Le canal qui relie le Rhône au golfe de Fos par la Darse 1 représente un débit de l'ordre de 1% du débit du Rhône.

Les eaux du panache du Rhône n'influencent la masse d'eau de la zone d'étude que lors de conditions météorologiques particulièrement fortes mettant en œuvre des vents violents de sud-ouest, peu fréquents dans le secteur d'étude. Le sud de la darse peut alors être influencé par des entrées maritimes. Le nord de la darse semble trop enclavé pour être influencé par celles-ci. Les eaux du canal du Rhône influencent donc probablement majoritairement les eaux de la zone d'étude. Elles peuvent véhiculer des contaminants en provenance du Grand Rhône.



3.2 DONNEES D'ACTIVITE ASCOMETAL ET MESURES INTERNES DE QUALITE DES EAUX

À la suite du suivi 2012, il a été suggéré en réunion avec les services de l'état d'opposer les données d'activités de l'usine et d'autosurveillance du rejet aux données d'analyses géochimiques des sédiments, de la matière vivante (moule) et des peuplements benthiques.

Ces données représentent une source de compréhension complémentaire aux variations de la contamination ou de l'état global des différents compartiments analysés lors des suivis.

3.2.1 Intensité de la production lors des années de suivi

La figure suivante présente les quantités d'acier produit chaque mois par l'usine ASCOMETAL lors des années de suivi environnemental en 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et 2020.

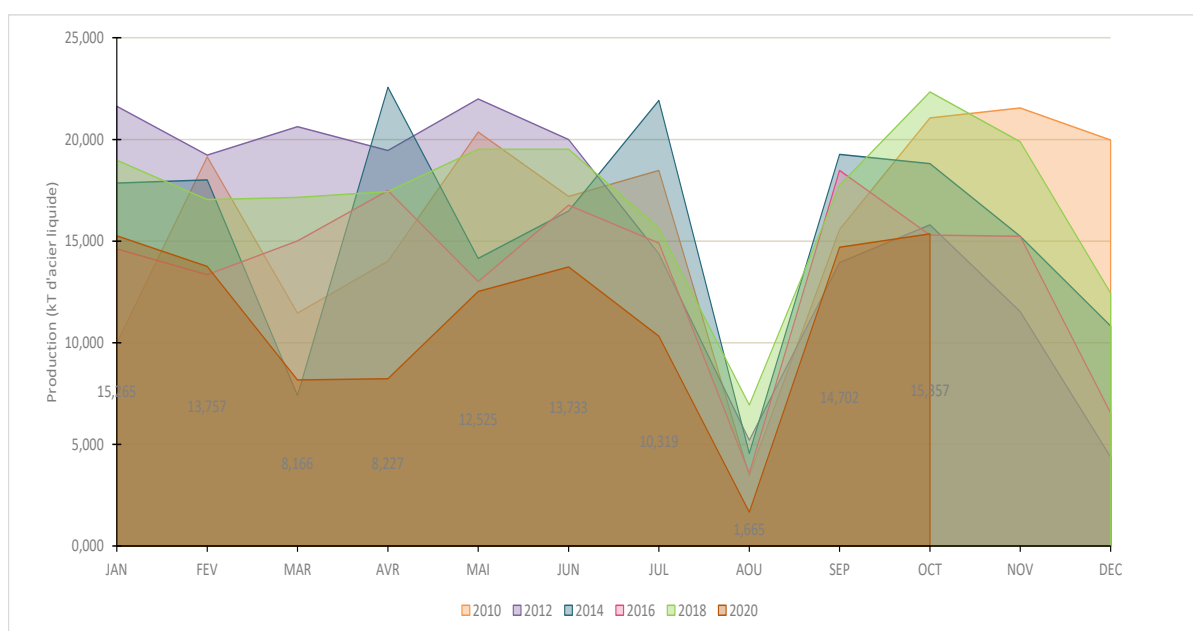


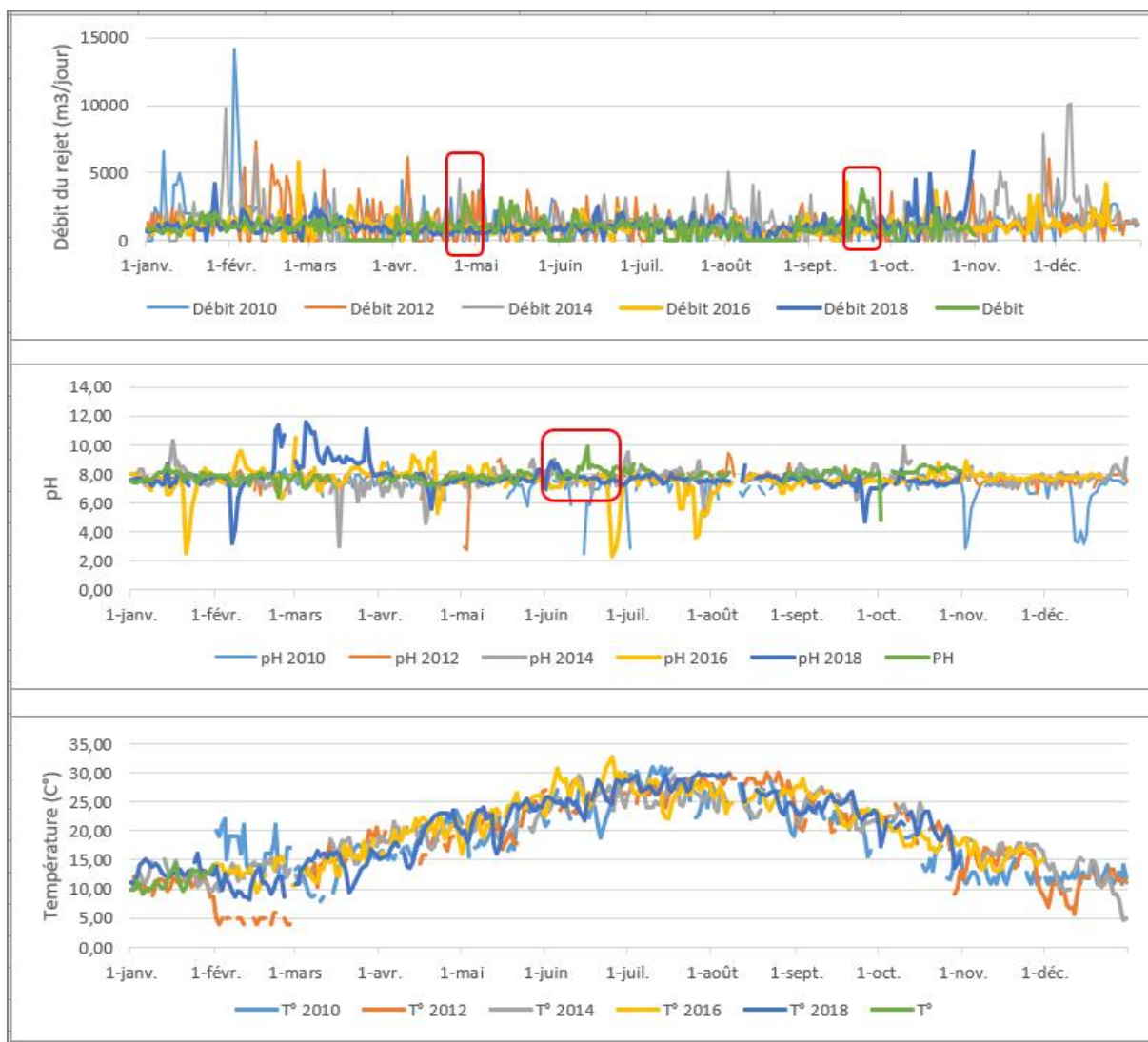
Figure 30. Production de l'usine ASCOMETAL au cours des années de suivi en 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et jusqu'à octobre 2020 (ASCOMETAL, 2020)

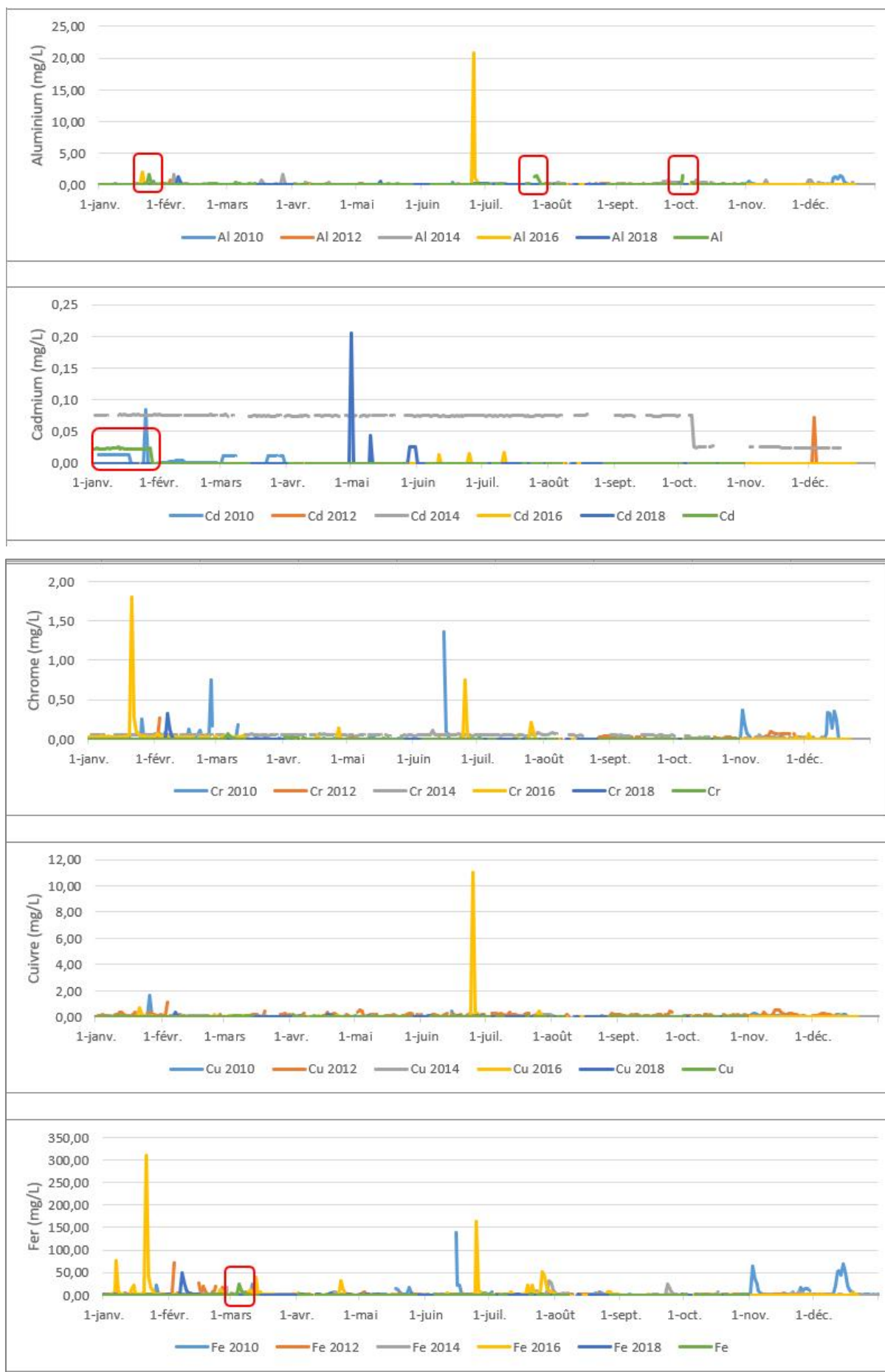
La production de l'usine est relativement fluctuante depuis le début de l'année 2020 et se situe autour de 14 000 T d'acier liquide produit. Une nette décroissance est visible entre mars et mai du fait du premier confinement suite à la crise sanitaire. Les productions mensuelles sont de manière générale, moins importantes en 2020 qu'en 2018. Les valeurs de production sont quasiment les moins importantes sur l'ensemble de l'année comparé aux autres années de production.

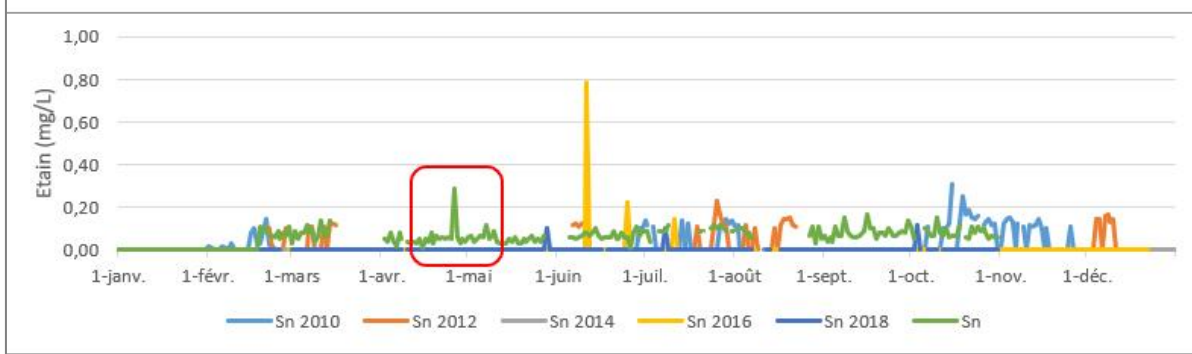
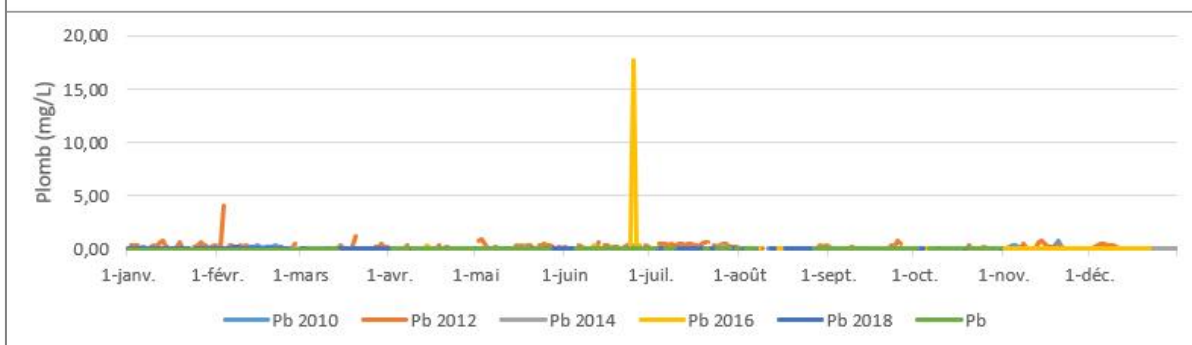
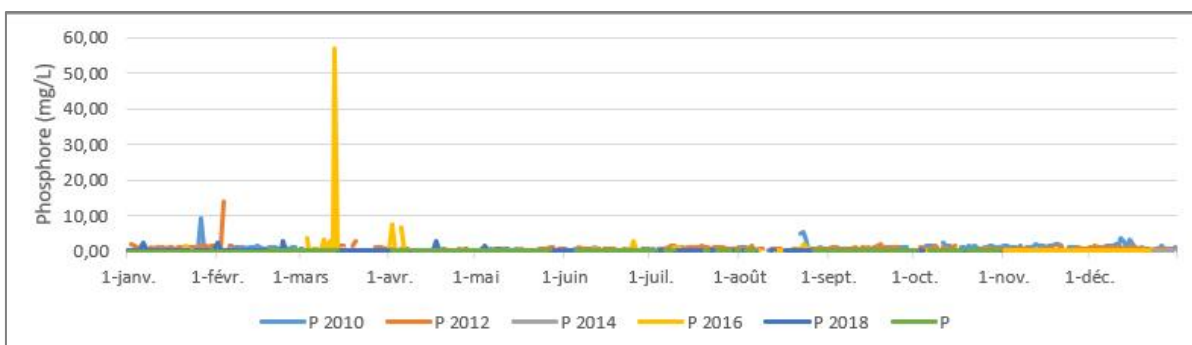
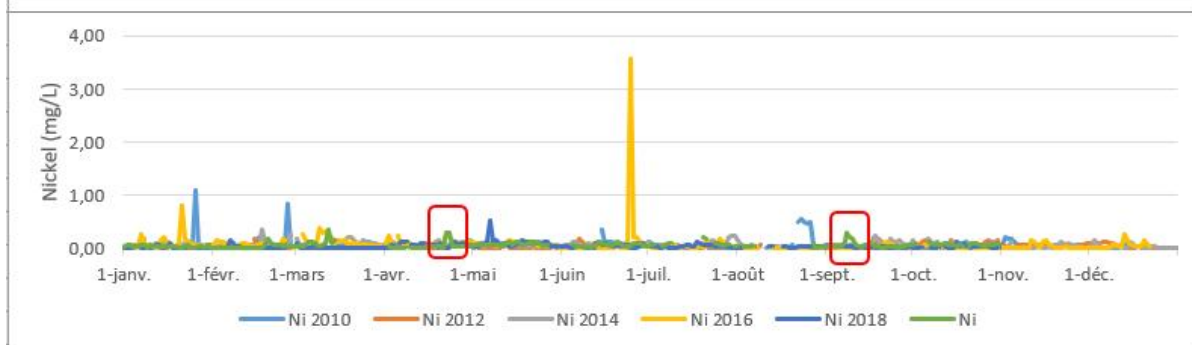
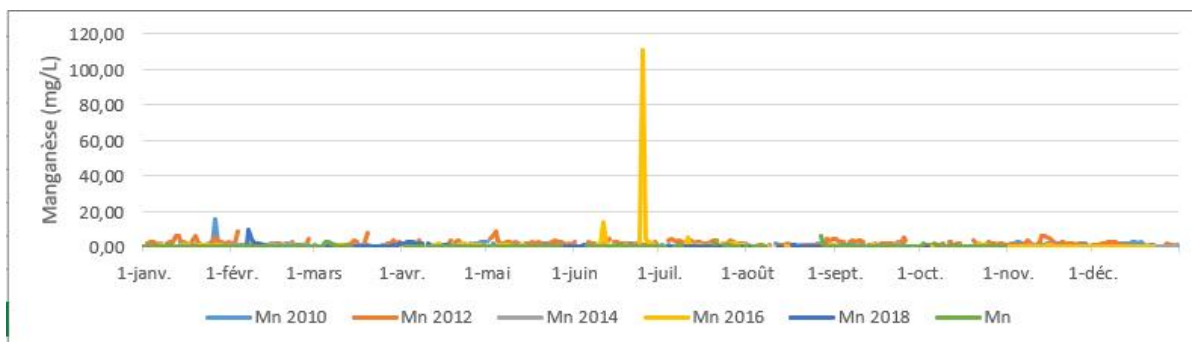
La production de l'usine est sensiblement la même d'une année sur l'autre depuis 2010 et s'échelonne entre environ 3 kT/mois et 24 kT/mois. On observe une nette diminution mensuelle entre mars 2020 et septembre 2020, probablement dû à la crise sanitaire, et un pic bas sur les mois de mars et avril (premier confinement). Le mois d'août est consacré à l'entretien des installations. La production est donc réduite durant ce mois de l'année. Les valeurs de production des mois précédents l'étude sont du même ordre que l'année 2014.

3.2.2 Auto-surveillance du rejet

À la demande des services de l'état, les données d'auto-surveillance du rejet ont été mises à disposition. Les figures ci-après présentent les flux quotidiens de métaux rejetés au cours des années ayant fait l'objet d'un suivi, soit en 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et 2020. Elles sont comparées aux valeurs maximales admises par le dispositif d'auto-surveillance (valeur max) et les Normes de Qualité Environnementale en vigueur.







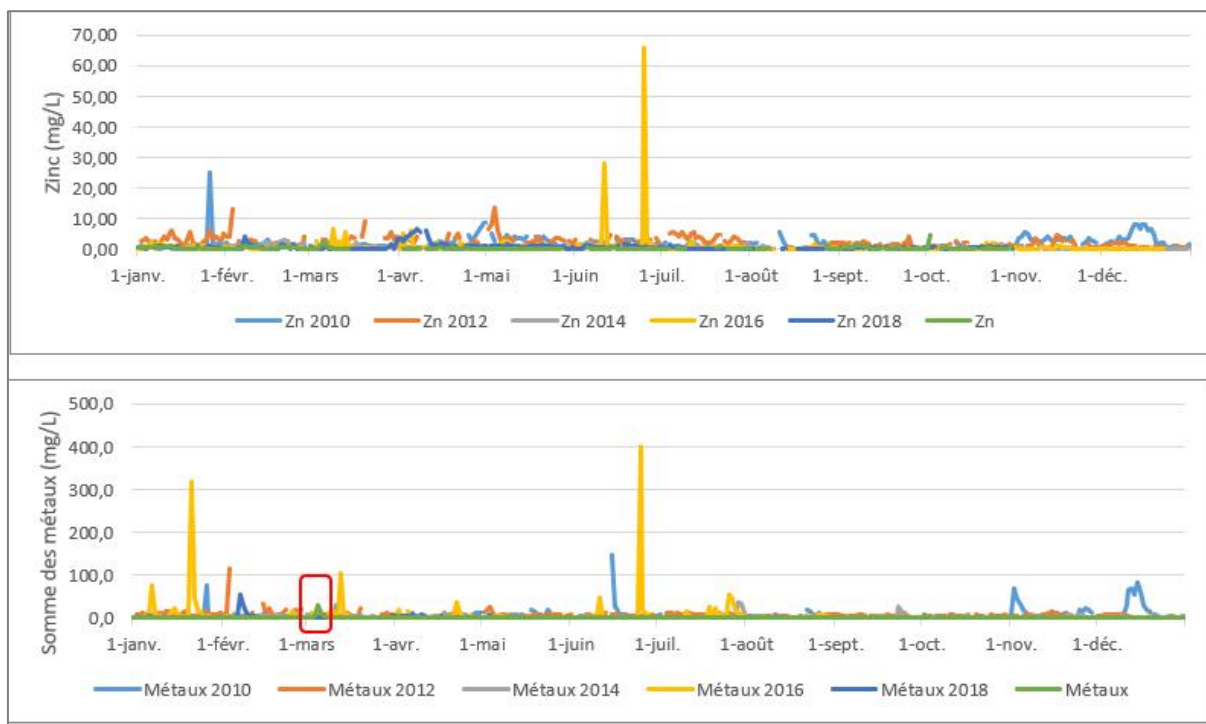


Figure 31 : Relevés d'auto-surveillance lors des années de suivis

En 2020, les mesures montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en cadmium en février. Un petit épisode d'augmentation dans les concentrations en métaux est visible, couplé à une augmentation du débit en mars.

Les résultats de l'autosurveillance au fil des années montrent une nette amélioration de la qualité des eaux de rejet. Cette amélioration est visible notamment entre 2014 et 2020. Les valeurs des éléments testés au-delà des seuils sont très faibles.

3.3 SEDIMENTS

Les résultats bruts des sédiments du laboratoire sont fournis en annexe 01.

3.3.1 Granulométrie

La granulométrie est un facteur important dans l'évaluation de la contamination des sédiments marins. En effet la taille des particules dont est composé le sédiment va jouer un rôle dans la fixation des polluants sur le sédiment. Plus les particules sont fines et plus les liaisons entre elles sont fortes, le processus d'adsorption physique est donc facilité (Licari, 1998).

La taille des grains constituant un sédiment est extrêmement variable. Elle dépend avant tout des conditions dynamiques régnant dans le milieu de dépôt. Grossièrement, on distingue : les sables, dont la taille est supérieure à 63 μm ; les limons, dont la taille est comprise entre 2 et 63 μm ; les argiles, dont la taille est inférieure à 2 μm .

3.3.1.1 Résultats 2020

Station	Argiles (% particules <0,002mm)	Limons (0,002mm<% particules <0,063mm)	Sables (0,063mm<% particules <2mm)
Lagune ASCO INDUSTRIE			
SE Lag Asco	9,17	75,13	15,7
Sédiments marins			
SB Ref Canal du Rhône	6,5	56,09	37,4
S6	6,31	53,57	40,13
SB4	10,7	83,91	5,39
SB1	10,15	74,61	15,24
SB2	10,57	83,12	6,3
SB Ref Arcelor	10,41	78,36	11,23
SB3	10,81	84,35	4,84
S5	10,14	82,81	7,05
SB Ref Sud	1,33	11,91	86,76
Moyenne Sédiments marins	8,61	68,39	23,00
Ecart-Type	3,06	22,77	25,80

Tableau 10. Granulométrie des sédiments en septembre 2020

Trois stations sont constituées de fraction assez importante de sables : la station Ref Canal du Rhône (37.4%), S6 (40.13 %) et la station SB Ref Sud qui elle est constituée à 86.76 % de fraction sableuse. Les reste des échantillons prélevés en 2020 dispose d'une composition granulométrique relativement similaire : les sédiments de la darse sont essentiellement des limons (entre 54 % et 84%), les sables sont ensuite les plus représentés avec proportionnellement 5 à 40% de l'ensemble des particules des échantillons, puis viennent les argiles à la hauteur de 6 à 11 %.



Les valeurs mesurées en 2020 sur l'ensemble des stations sont proches des valeurs des suivis précédents. La station de la lagune présente en envasement en 2020 alors qu'elle présentait une fraction de sable plus importante que les autres années. La station SB Ref canal du Rhône présente en ensablement en 2020.

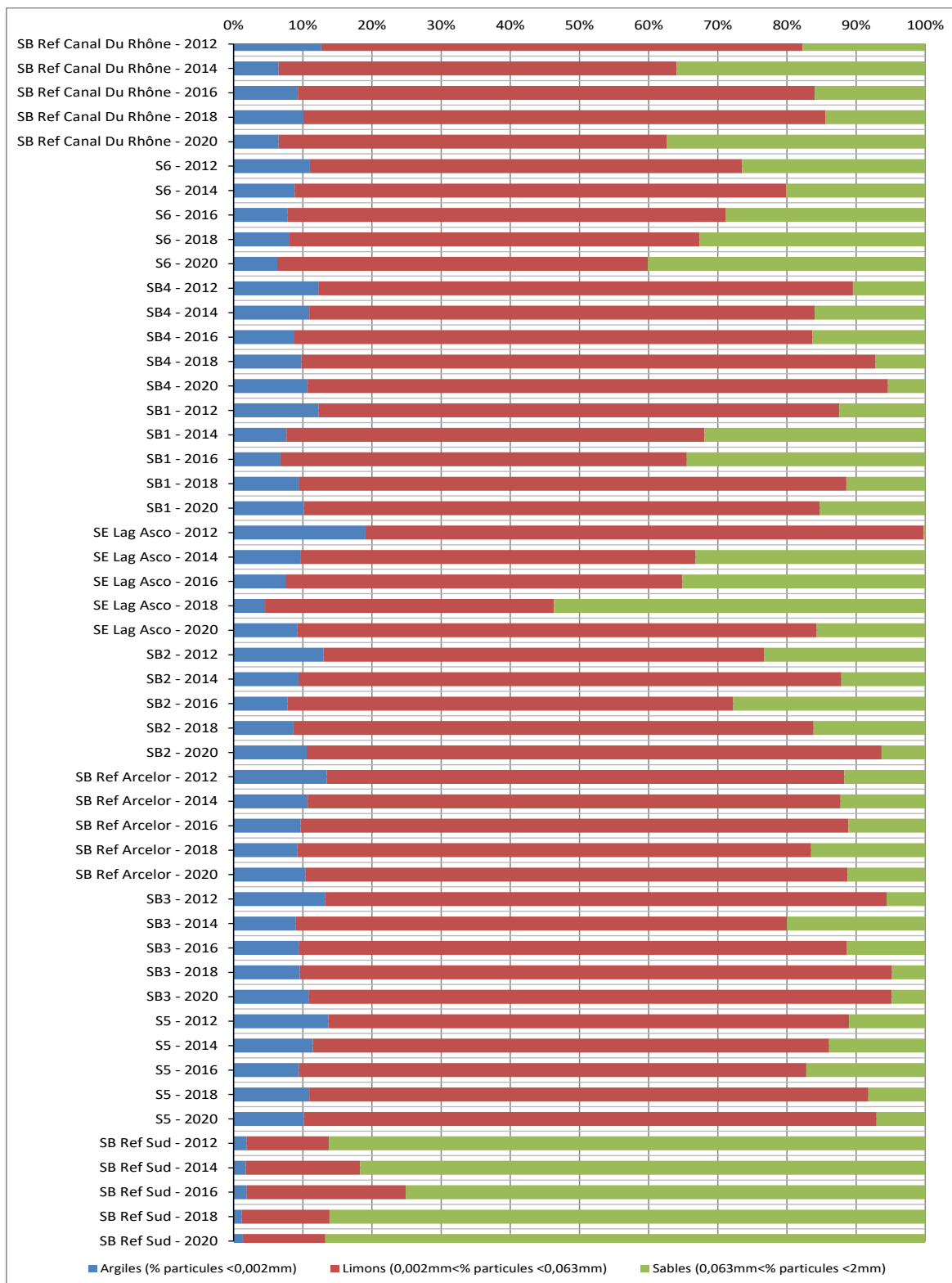


Figure 32. Granulométrie des sédiments entre 2012 et 2020

En 2012, les sédiments de la lagune ASCOMETAL étaient presque exclusivement constitués de limons (80,69%) et d'argiles (19,06%).

Il est possible de noter que la proportion de sable de la station la plus au sud de la Darse « SB Ref Sud » avait tendance à diminuer jusqu'en 2016 et avait réaugmenté en 2018 et se stabilise en 2020. En revanche, la station S5, située au nord de SB Ref Sud, qui voyait sa proportion de sables augmenter au cours du temps, rediminuait sur le suivi de 2018 et se stabilise également en 2020.

L'augmentation de la part de sable dans les prélèvements entraîne une diminution des particules fines (particules < 63µm) auxquels les polluants sont préférentiellement liés. Cette évolution aura une incidence sur la contamination générale des échantillons concernés.

3.3.1.2 Proportion de particules fines entre 2010 et 2020

La part de particules fines dans les sédiments a légèrement variée ou s'est maintenue entre 2018 et 2020 au niveau de la plupart des stations. La station Lag Asco présente tout de même une très importante augmentation entre 2018 et 2020. On note également des tendances de régression sur les stations Ref Canal du Rhône et S6 entre 2018 et 2020 (ensablement).

Stations	%Gr,<63µm				2018	2020	Variation 2018/2020 (%)
	2010	2012	2014	2016			
SB Ref Canal du Rhône	75,54	82,27	64,06	84,01	85,54	62,59	-27
S6	64,18	73,51	79,88	71,1	67,36	59,88	-11
SB4	94,51	89,55	84,01	83,69	92,8	94,61	2
SB1	88,41	87,59	68,06	65,52	88,57	84,76	-4
SE Lag Asco	92,79	99,75	66,79	64,87	46,31	84,3	82
SB2	0	76,72	87,87	72,23	83,85	93,69	12
SB Ref Arcelor	85,41	88,29	87,74	88,61	83,52	88,77	6
SB3	90,7	94,41	79,98	88,61	95,19	95,16	0
S5	0	89	86,11	82,79	91,79	92,95	1
SB Ref Sud	7,46	13,77	18,28	24,89	13,85	13,24	-4

Tableau 11. Proportion de la fraction fine dans les prélèvements de 2010 à 2020, et pourcentage de variation.

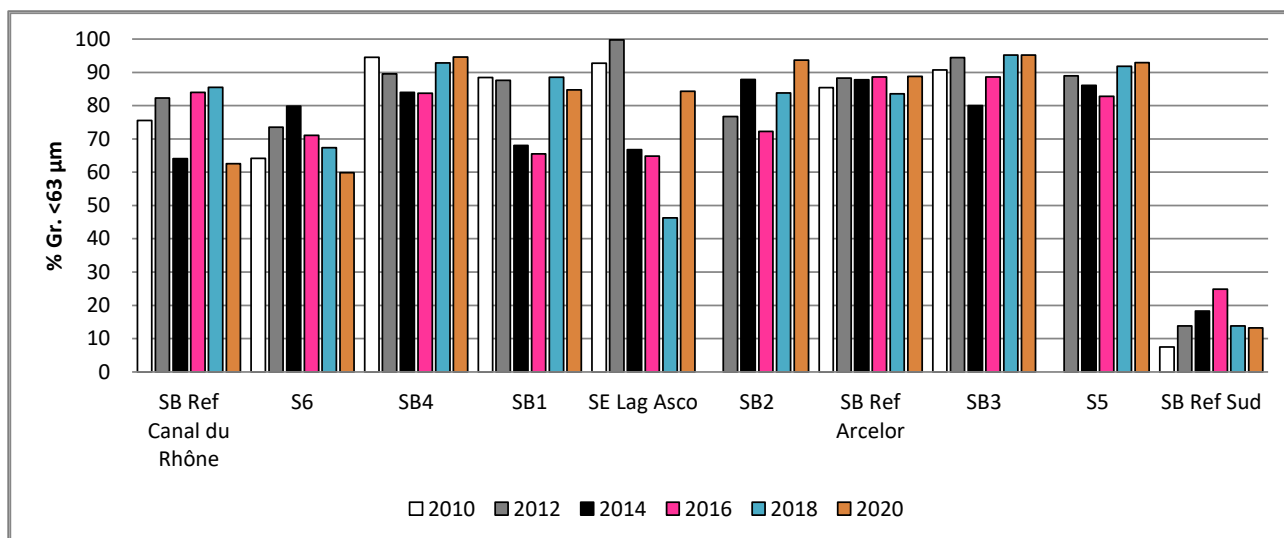


Figure 33. Pourcentage de fraction fine au niveau des stations de suivi de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, Setec)

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2020 ont montré que la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement équivalentes.

Cependant, comme pour les suivis précédents, il est important de noter la part plus importante de sable caractérisant l'échantillon SB Ref Sud vis-à-vis des autres stations échantillonnées. Cette proportion tendait à diminuer entre 2012 et 2016 et à augmenter en 2018 et 2020. Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), les sédiments des stations ont vu leur proportion de fines plutôt stables entre 2018 et 2020 là où une augmentation avait été constatée entre 2016 et 2018. Les autres prélèvements présentent des taux plutôt stables en particules de diamètre inférieur à 63 µm (léger ensablement sur les stations Ref Canal du Rhône et S6) mis à part la station de référence Lag Asco qui voit sa proportion de sédiments fins réaugmenter considérablement en 2020.

L'ensablement global de la zone proximité du rejet est beaucoup moins visible lors de cette campagne contrairement aux autres suivis.

Une augmentation notable de la part de fine était également observable au nord de la zone au niveau de la station SB Ref Canal du Rhône entre 2014 et 2016. La proportion relevée dans l'échantillon de 2018 dépassait la valeur mesurée en 2012. L'ensablement observé en 2020 est comparable aux données de 2014.

Ces variations peuvent entraîner une évolution de la contamination de la darse liée à la présence de particules fines.

3.3.2 Composés organiques et nutritifs

3.3.2.1 Valeurs de références

Les résultats de contamination organique obtenus par l'analyse des sédiments marins et lagunaires prélevés sont comparés à des valeurs de références définies par :

- ❖ L'« outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaire » (IFREMER, 2008) élaboré par le « Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) » du Languedoc-Roussillon en collaboration avec l'IFREMER pour les teneurs en **matière organique, en azote et en phosphore**.

États	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
MO (% de MS)	<3,5	3,5 - 5	5 - 7,5	7,5 - 10	>10
NT (g/kg de MS)	<1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	>4
PT (mg/kg MS)	<400	400 - 500	500 - 600	600 - 700	>700

Tableau 12. Valeurs de référence des teneurs en matière organique et nutriments (IFREMER, 2008)

- ❖ Le « Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire » élaboré pour le compte de la Région PACA et de l'Agence de l'Eau RMC (Licari, 1998) pour les concentrations en **Carbone Organique Total**.

Concentration en CO en % du poids sec	Faible	Moyenne	Forte
Fraction <63µm <60%	<0,44	0,44 - 0,75	>0,75
Fraction <63µm >60%	<0,75	0,75 - 1,33	>1,33

Tableau 13. Valeurs de référence des teneurs en carbone organique selon le pourcentage de fraction fine (Licari, 1998)

- ❖ L'**Indice de Contamination Organique** issu des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) se basant sur une évaluation de trois paramètres : le Carbone Organique Total, l'Azote Total et le Phosphore Total. Leur concentration dans le sédiment est hiérarchisée en 5 classes selon le tableau suivant. L'Indice de contamination organique s'étend de 0 à 11 et correspond à la somme des trois valeurs obtenues.



Indice		Nulle 0	Faible 1	Moyen 2	Fort 3	Très fort 4
Paramètres	Carbone Organique Total (%)	<0,6	0,6 - 2,3	2,4 - 4	4,1 - 5,8	>5,8
	Azote Total (mg/ kg de MS)	<600	600 - 1200	1200 - 2400	2400 - 3600	>3600
	Phosphore total (mg/kg de MS)	<500	500 - 800	800 - 1200	>1200	
Indice de Contamination Organique		0	0 - 2,75	2,75 - 5,5	5,5 - 8,25	>8,25

Tableau 14. Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003)

3.3.2.2 Matière organique

Les mesures effectuées au niveau de la lagune ASCOMETAL montrent un pourcentage élevé en matière organique (15,4%) correspondant à un niveau d'eutrophisation « mauvais » selon la grille de classification du RSL IFREMER. La valeur est proche de celle de l'année 2012, mais est légèrement plus faible que les années 2016 et 2018.

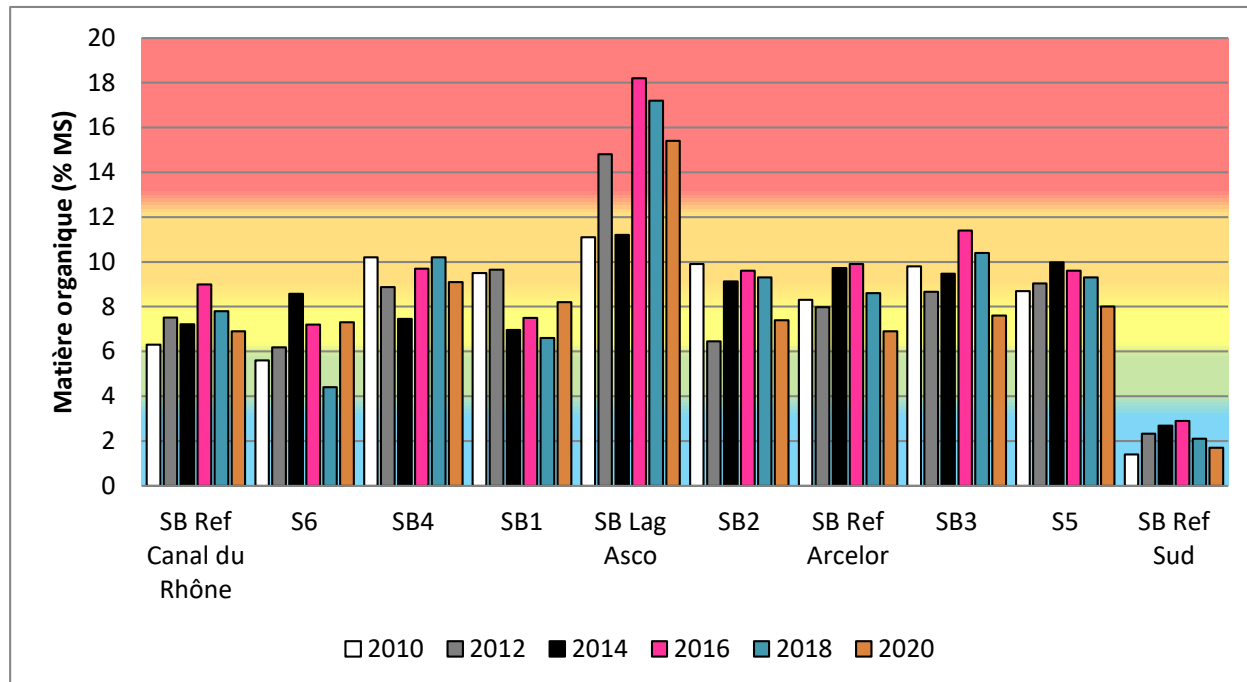


Figure 34. Pourcentage de matière organique du sédiment entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, Setec in vivo)

Les mesures effectuées en 2020 au niveau de la darse 1 montrent des concentrations en matières organiques légèrement plus importantes au sud du rejet (stations SB2, SB Ref Arcelor, SB3 et S5) qu'au nord (station

SB1, SB4, S6, SB Ref Canal du Rhône). Ces concentrations correspondent à un niveau d'eutrophisation « moyen » selon la grille du RSL IFREMER.

Comme lors des suivis précédents, la station de référence SB Ref Sud présente une concentration faible en matière organique correspondant à un état d'eutrophisation « très bon » selon le RSL IFREMER. Cette concentration qui avait tendance à augmenter depuis 2010, est en baisse en 2020.

La figure suivante présente les données de concentration des échantillons en matière organique et en particules fines pour toutes les stations de la darse. La concentration en matière organique est relativement bien corrélée à la proportion de particules fines. Les mêmes tendances d'augmentation et de diminution sont observées entre 2012 et 2020. Les concentrations relevées au niveau de la station SB Ref Sud se distinguent par des valeurs extrêmes faibles en MO.

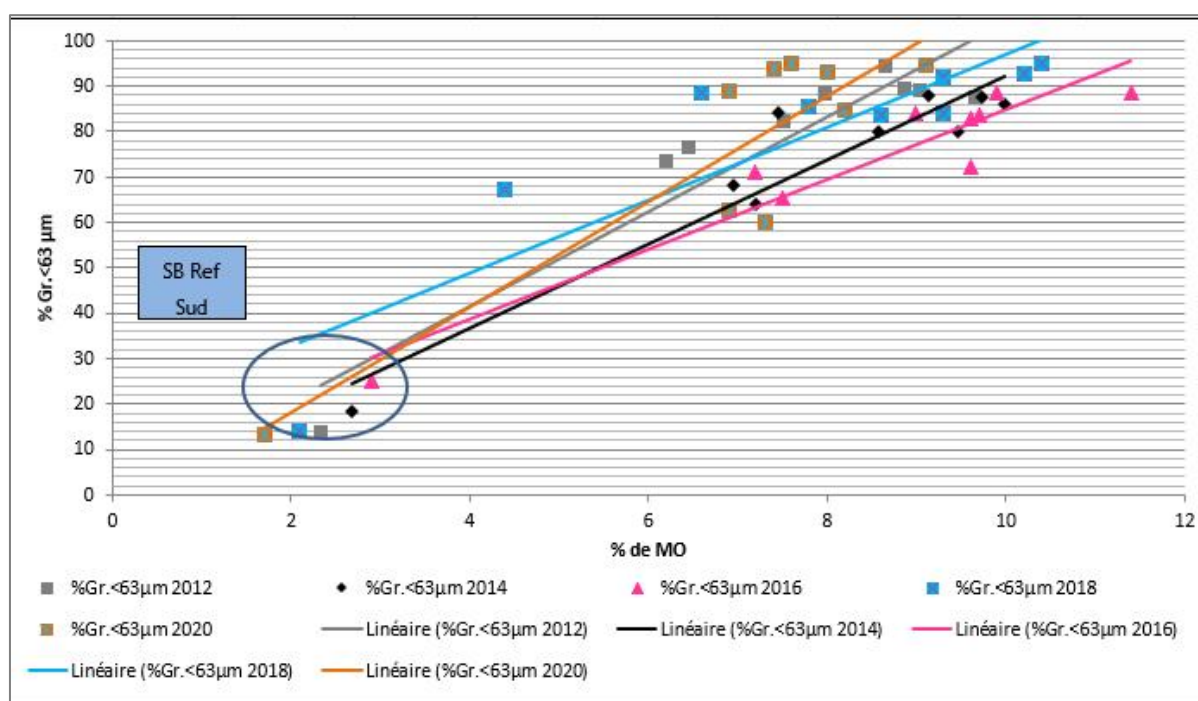


Figure 35. Relation entre la concentration en matière organique et en particules fines entre 2012 et 2020

En revanche, ces paramètres sont très peu corrélés pour les prélèvements effectués dans la lagune.

Ces graphiques montrent que pour l'ensemble des stations de la Darse, la concentration en matière organique a tendance à augmenter plus rapidement que la part de fines, exception faite de la station SB Ref Sud.

Les teneurs en matière organique sont relativement stables pour la plupart des stations entre 2018 et 2020. la station SB3 affiche une légère baisse entre ces deux suivis et la station S6 une légère augmentation.

Ces variations peuvent être dues en partie à une variation de la granulométrie entre les échantillons.



3.3.2.3 Carbone Organique Total

3.3.2.3.1. Résultats 2020

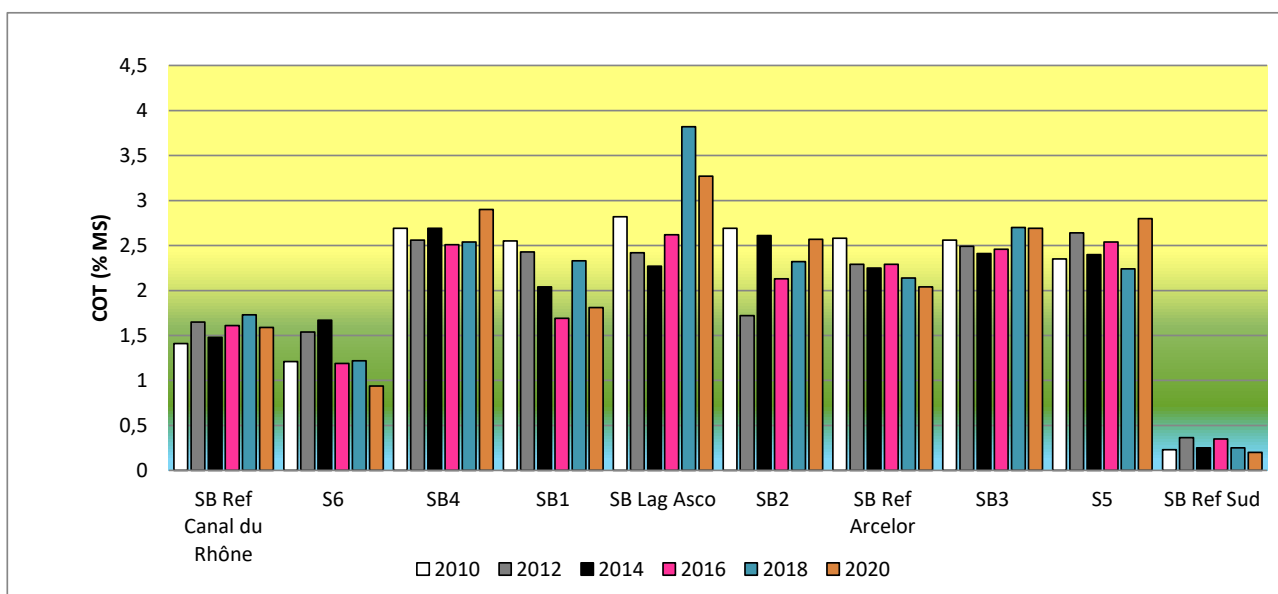


Figure 36. Pourcentage de carbone organique total entre 2010 et 2020 - Données brutes (Safege, In Vivo, Setec)

Les concentrations en carbone organique total des sédiments de la Darse 1 et de la lagune ASCOMETAL atteignent des niveaux élevés selon la classification de Licari (1998). Selon l'indice de contamination organique développé par Romont (1966) et Pruvot (1999), et repris par Alzieu (2003) pour évaluer la contamination portuaire, les valeurs sont d'un niveau faible (vert sur la figure ci-dessus) à moyen (jaune). En 2020, les valeurs les plus élevées sont atteintes au niveau des stations SB4 et SB5 ainsi que la station Lag Asco avec respectivement 2,90 % et 2,80 % et 3,27 % de COT. +La station SB Lag Asco présentait des valeurs élevées en COT en 2018, la progression par rapport aux autres années était très importante, la valeur reste importante en 2020, mais on note une baisse.

Comme lors des suivis précédents, la concentration la plus faible mesurée en 2020 est atteinte au niveau de la station SB Ref Sud (0,20%).

Les stations SB Ref Canal du Rhône et S6, situées en amont (au Nord) présentent, elles, les concentrations en COT les moins élevées mesurées dans la darse comme en 2018.

Les valeurs mesurées sur l'ensemble des stations de la darse sont relativement équivalentes entre elles et oscillent globalement entre 1% et 3,3 %. Ces valeurs sont considérées comme élevées.

La figure suivante présente la relation entre les proportions de fines et de COT des échantillons prélevés dans la Darse. La relation entre la proportion de COT et celle de particules fines dans les sédiments qui était très étroite en 2012 et 2014 apparaissait moins nette en 2016, et l'était de nouveau en 2018, comme pour le suivi de 2020.

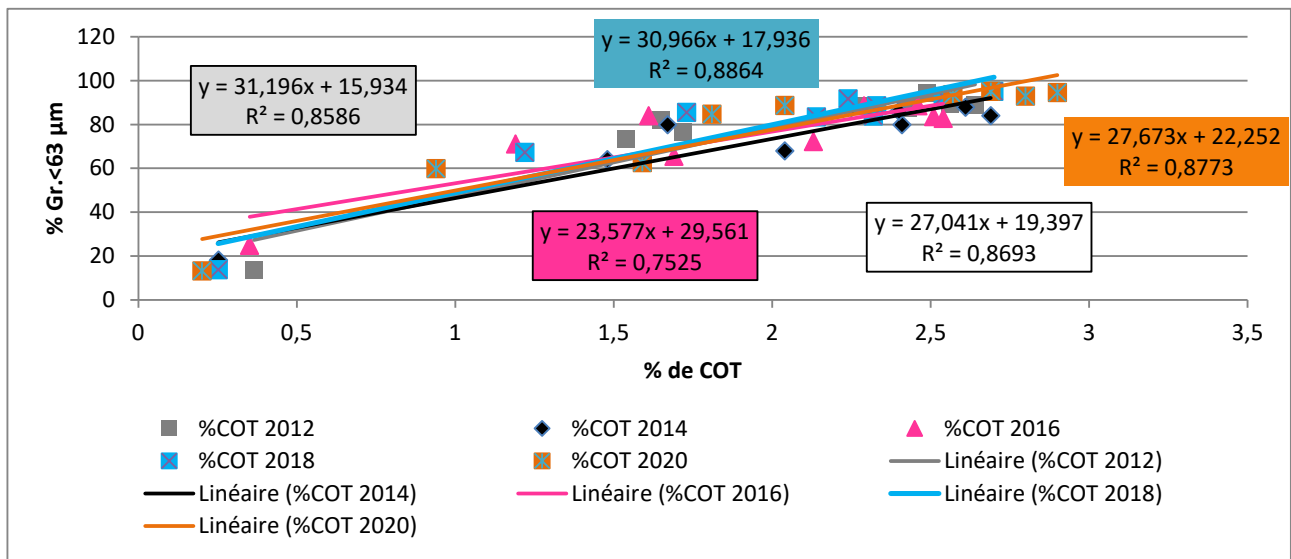


Figure 37. Relation entre le pourcentage de COT et le pourcentage de fines des sédiments entre 2012 et 2020

Les valeurs de Carbone Organique Total relevées en 2020 montrent des résultats comparables au suivi 2018 sur les stations.

Il existe une corrélation significative entre les concentrations en particules fines et en COT.



3.3.2.4 Azote de Kjeldahl

3.3.2.4.1. Suivi 2020

Les niveaux d'azote relevés au niveau de la quasi-totalité des stations sont compris entre **1000 mg et 2200 mg par kg de MS** et sont considérés comme étant d'un niveau « bon » pour toutes les stations selon la grille d'évaluation du RSL IFREMER (2008). La station située dans la Lagune ne présente pas les taux très élevés trouvés exceptionnellement en 2018 (5100 mg par kg de MS).

Les concentrations calculées pour la station SB Ref Sud sont quant à elles inférieures à **500 mg/kg de MS**.

La concentration en azote des sédiments a augmenté sur la majorité des points excepté sur les stations du Canal du Rhône, SB1 et Ref Arcelor même s'il est à noter que les diminutions y sont très faibles.

D'une façon générale, les valeurs restent dans les valeurs obtenues lors des précédents.

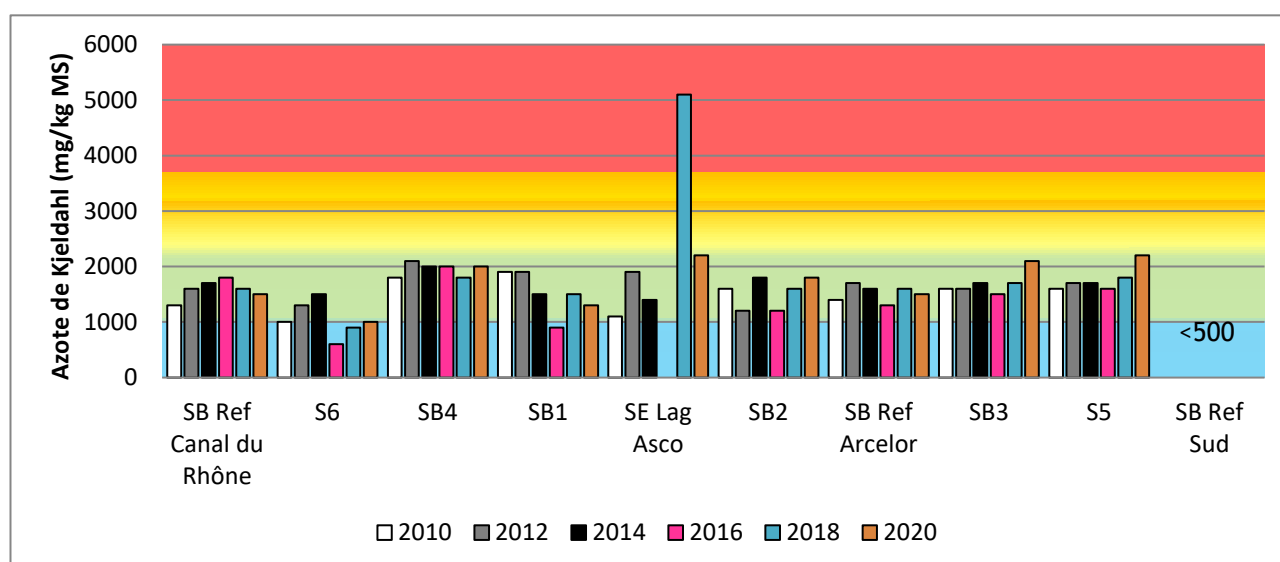


Figure 38. Concentration en azote total de 2010 à 2020 (SAFEGE, IN VIVO, Setec)

Les concentrations en azote des sédiments prélevés en 2020 sont globalement en légère hausse par rapport à 2018 ou en légère baisse pour trois stations (Canal du Rhône, SB1 et Ref Arcelor). La station SE Lag Asco présentait un fort pic de concentration en azote en 2018 (près de 4 à 5 fois plus que dans les autres stations) présente en 2020 une valeur bien plus faible et comparable à la valeur trouvée sur le point S5. Les concentrations mesurées au niveau des stations faisant face au rejet (SB1, SB2) qui avaient largement diminué en 2016 par rapport à 2014, et qui avaient de nouveau augmenté en 2018, voient leurs valeurs plutôt stables en 2020 (légère diminution en SB1 et augmentation en SB2).

Le rejet ASCOMETAL a vraisemblablement une incidence sur la contamination en azote des sédiments en 2020.

3.3.2.5 Phosphore

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire, l'orthophosphate, est essentielle à la vie aquatique.

3.3.2.5.1. Suivi 2020

Les mesures de phosphore montrent des concentrations relativement équivalentes sur l'ensemble des stations de mesure de la darse 1 sauf sur la station S5 où en 2020 les concentrations sont un peu plus élevées. En 2010, un pic de concentration était observé au droit du rejet (station SB1), ainsi qu'au nord de celui-ci au niveau de la station SB4.

En 2020 les valeurs de la concentration en phosphore sont proches des valeurs de 2018, ce qui classe les stations dans un état « **moyen** », excepté pour S5, classée à un niveau « **médiocre** » et à un niveau « **mauvais** » des sédiments selon le RSL IFREMER (2008) pour Lag Asco.

L'échantillon analysé au niveau de la station SB Ref Sud dispose, comme depuis 2010, de la concentration la plus faible relevée dans la Darse avec **316 mg/kg de MS**. Cette valeur a légèrement augmenté depuis 2018 et correspond à un « **bon** » état.

La concentration en phosphore des sédiments de la lagune ASCOMETAL augmentait depuis 2012 et était en légère baisse en 2018. Sa valeur est stable en 2020.

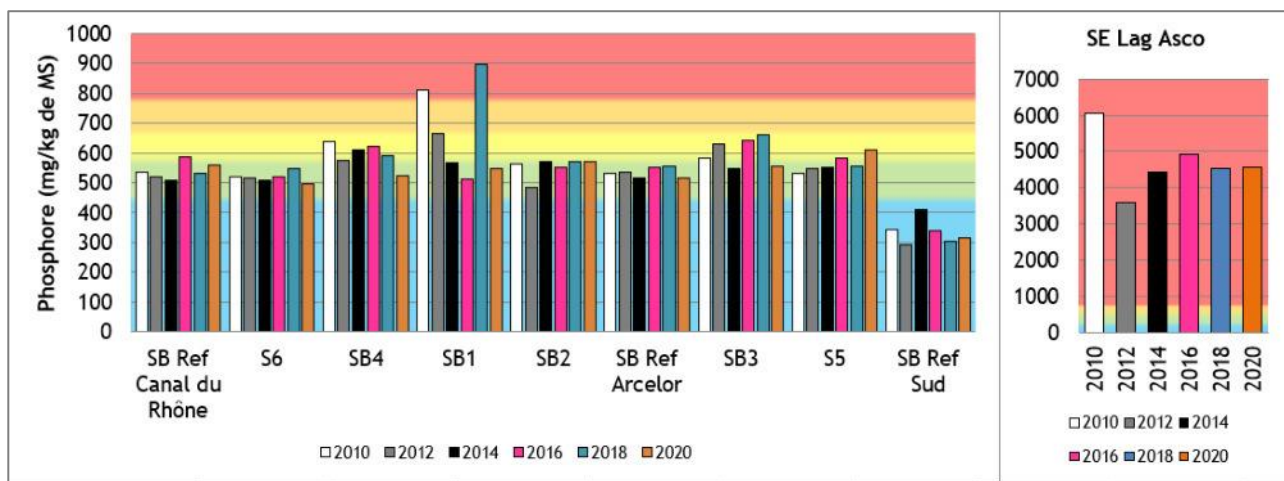


Figure 39. Concentration en phosphore total de 2010 à 2020 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)

3.3.2.5.2. Comparaison 2010 à 2020

En faisant abstraction de la lagune pour laquelle la concentration en phosphore est très élevée, il existe une meilleure corrélation de la concentration en phosphore des sédiments avec leur concentration en COT



qu'avec leur concentration en fines. La courbe de tendance est de nouveau proche de celle des autres années contrairement à celle de 2018.

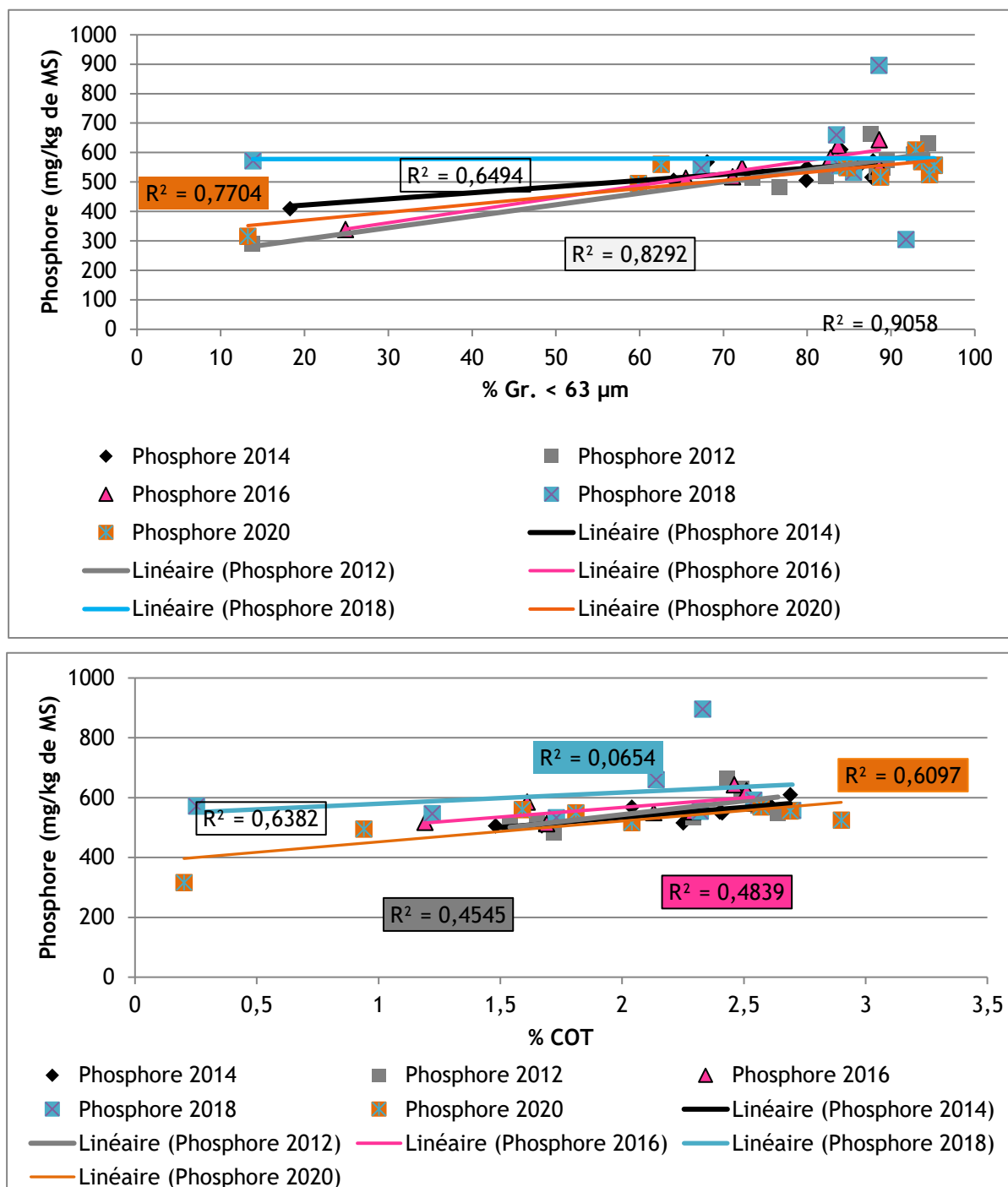


Figure 40. Relation entre les concentrations en phosphore entre 2012 et 2020, avec les concentrations en fines et en COT des sédiments

Selon Cato (1990), une relation quasi proportionnelle existante entre un métal et le carbone organique permet de déterminer l'évolution de la contamination d'un site selon la « méthode du gradient ».

La pente (ou coefficient directeur) de la courbe de régression linéaire entre les éléments est ainsi utilisée comme indice de contamination.

La figure précédente montre une pente de la courbe de régression de 2020 très similaire aux courbes de régression construite à partir des données des suivis de 2012 à 2016. Peu d'évolutions sont donc survenues au cours des 8 dernières années.

Les mesures mettent en évidence la présence de phosphore dans les sédiments à un niveau correspondant à un état de plutôt moyen à médiocre (une station) du milieu au niveau de la darse et mauvais eu sein de la lagune. Les concentrations sont globalement stables depuis 2010 à part l'année 2018 sur la station SB1 où il y avait une forte concentration. Elles sont comparables aux valeurs de 2014 au droit du rejet en 2020.

3.3.2.6 Nitrate et Nitrite

La mesure des concentrations en nitrates et nitrites a été réalisée en 2020, 2018, 2016 et en 2012 sur le sédiment. En 2014, celle-ci a été réalisée sur les eaux interstitielles des sédiments prélevés.

Les concentrations mesurées en 2020 sont pour la majorité, inférieures aux limites de quantification (20 mg/kg de MS) sauf pour trois stations notamment, celle de la Lagune, qui présente une concentration de 73,3 mg/kg de MS (contre 122 mg/kg de MS en 2018). Les stations SB2 et SB3 présentent des concentrations respectives de 56,4 et 43,7 mg/kg de MS.

Les concentrations en nitrates et nitrites sont trop faibles pour avoir un effet sur le milieu marin en 2020.

3.3.2.7 Cyanures

3.3.2.7.1. Suivi 2020

La mesure des concentrations en cyanures a été réalisée en 2020, 2018, 2016 et en 2012 sur le sédiment. En 2014, celle-ci a été réalisée sur les eaux interstitielles des sédiments prélevés.

Comme en 2012 2016 et 2018 seule la lagune dispose d'une concentration supérieure au seuil de détection (<0,5 mg/kg de MS), mais est tout de même inférieure à 1,5 mg/kg de MS alors que la valeur était de 2,8 mg/kg de MS en 2018. Les mesures effectuées sur les stations de la darse sont toutes inférieures au seuil de détection.

Les concentrations en cyanures sont trop faibles pour avoir un effet sur le milieu marin en 2020.



3.3.2.8 Synthèse sur la concentration en composés organiques et nutritifs des sédiments

3.3.2.8.1. Indice de contamination organique

La pollution organique est évaluée selon trois paramètres : l'azote total, le phosphore total et le carbone organique total. Ils permettent le calcul d'un indice de contamination permettant de hiérarchiser la qualité du sédiment.

La lagune était la station qui présentait la contamination la plus importante jusqu'en 2014. En revanche, selon l'indice de contamination organique, sa contamination en 2016 en composés organiques et nutritifs était au même niveau que plusieurs stations de la Darse 1.

En 2018, les valeurs étaient assez proches de celle de 2016 sur l'ensemble de la Darse 1 bien qu'une augmentation sur les stations SB 1 et SB2 était notable. La station de la Lagune montrait quant à elle une grosse augmentation (contamination « très forte »). Cette valeur diminue en 2020, mais reste importante, la station présente un indice de 7 (contamination « forte »).

En 2020, sur l'ensemble des stations, la contamination est dans l'ensemble d'un niveau « moyen » selon l'échelle de valeurs de l'indice et les valeurs sont plutôt stables par rapport à 2018. Une baisse sur la station S6 est à noter, la classant à un niveau « bon ».

La station SB Ref Sud était suffisamment pauvre en composés organiques depuis 2010 pour que l'indice qui lui était attribué soit nul. En 2018 sa contamination avait un peu augmenté (indice « faible »). En 2020, cet indice est de nouveau nul.

Paramètres	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	Référentiel
COT (% de MS)	1,59	0,939	2,9	1,81	3,27	2,57	2,04	2,69	2,8	0,201	Licari, 1998
	1	1	2	1	2	2	1	2	2	0	
Azote de Kjeldahl (g/kg MS)	1500	1000	2000	1300	2200	1800	1500	2100	2200	0	RSL (Ifremer, 2008)
	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0	
Phosphore (mg/kg MS)	560	495	525	549	4570	569	517	556	609	316	RSL (Ifremer, 2008)
	1	0	1	1	3	1	1	1	1	0	
ICO	4	2	5	4	7	5	4	5	5	0	Alzieu, 2003

Tableau 15 : Résultats des trois paramètres et calcul de l'indice de contamination organique

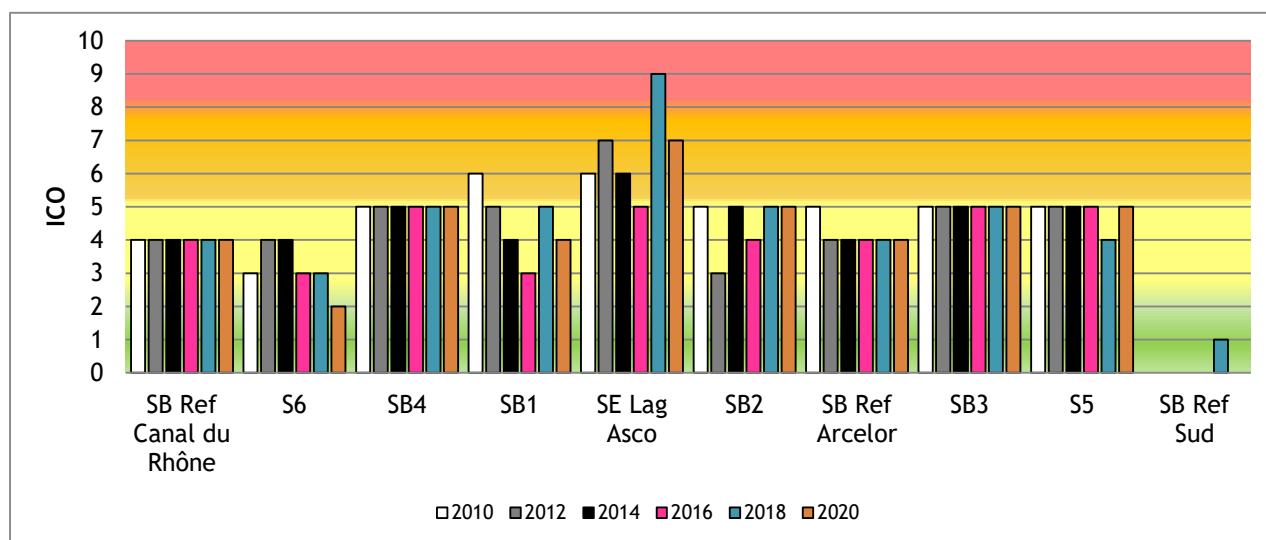


Figure 41. Indice de Contamination Organique de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

La contamination organique dans la darse est relativement stable depuis 2010. Elle est plus importante au niveau des stations de mesure SB1, SB2, SB3, SB4 et S5 situées en face et autour du rejet et au sud de celui-ci. Une diminution est visible sur la station de la lagune ASCOMETAL entre 2018 et 2020, cependant la valeur du suivi annuel reste élevée.

La contamination générale de la darse en 2014 rendait difficile la discrimination des effets du rejet sur la concentration des composés organiques des sédiments prélevés au cours du suivi. L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la contamination des sédiments situés à sa proximité immédiate (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet de l'usine ASCOMETAL.



3.3.2.8.2. Tableau de synthèse

Les mesures des composés organiques et nutritifs sont synthétisées dans le tableau suivant.

Paramètres	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	Référentiel
Matière sèche (%)	55	66,8	52,3	57,7	15,7	48,2	51,9	47,5	45,9	69,5	-
Matières volatiles (%)	6,9	7,3	9,1	8,2	15,4	7,4	6,9	7,6	8	1,7	-
Matière organique (% de MS)	6,9	7,3	9,1	8,2	15,4	7,4	6,9	7,6	8	1,7	RSL (Ifremer, 2008)
COT (% de MS)	1,59	0,939	2,9	1,81	3,27	2,57	2,04	2,69	2,8	0,201	Licari, 1998
Azote de Kjeldahl (mg/kg MS)	1500	1000	2000	1300	2200	1800	1500	2100	2200	0	RSL (Ifremer, 2008)
Azote ammoniacal (mg N/l)	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	141	102	22,9	<20.0	<20.0	<20.0	-
Phosphore (mg/kg MS)	560	495	525	549	4570	569	517	556	609	316	RSL (Ifremer, 2008)
Cyanures totaux (µg/l)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-
Nitrates (mg/l)	<20.0	<20.0	<20.5	<20.0	73,3	56,4	<20.0	43,7	<22.3	<20.0	-
Nitrites (mg/l)	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	-
Fluorures (mg/kg MS)	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	-
ICO	4	2	5	4	7	5	4	5	5	0	Alzieu, 2003

Tableau 16. Synthèse des composés organiques et nutritifs des sédiments prélevés en septembre 2020

3.3.3 Métaux traces

3.3.3.1 Valeurs de référence

Afin d'appliquer une démarche commune à d'autres sites (mais sans souci de comparaison), il est possible de se référer aux recommandations du guide méthodologique du RLM pour l'évaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment (IFREMER, 2002). Des seuils sont définis par ce guide et sont utilisés ici. Ils n'ont cependant pas été validés officiellement par les services de l'état.

" En l'absence d'une méthode de référence pour les milieux naturels, les travaux menés dans le cadre du RLM ont permis de définir trois états descriptifs de la qualité chimique des sédiments :

- *État 1 : il caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de la contamination chimique établis pour chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française. Le bruit de fond correspond à la valeur limite au-dessus de laquelle une contamination peut être suspectée dans un sédiment fin. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM ne recommande aucune mesure particulière autre que la surveillance régulière du site.*

- *État 2 : il caractérise des niveaux correspondant à des valeurs supérieures au bruit de fond de la contamination chimique et inférieures ou égales au seuil de contamination avérée. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM recommande une expertise complémentaire, pouvant aller jusqu'à une analyse des risques environnementaux.*

- *État 3 : il caractérise les niveaux supérieurs au seuil d'une contamination avérée pour lesquelles le RLM recommande de mettre en œuvre (> à l'état 2) :*

- *une analyse approfondie des risques environnementaux, y compris une identification et une quantification des apports,*
- *la définition de mesures propres à remédier à l'état de pollution.*

	Niveau de contamination en mg/kg de matière sèche		
Métaux traces	État 1	État 2	État 3
Cadmium (Cd)	<0,15	0,15 - 0,6	>0,6
Cuivre (Cu)	<15	15 - 60	>60
Mercure (Hg)	<0,05	0,05 - 0,4	>0,4
Plomb (Pb)	<25	25 - 50	>50
Zinc (Zn)	<90	90 - 200	>200

Tableau 17. États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)



3.3.3.2 Cadmium

Le cadmium n'existe pas à l'état natif. Son minerai, très rare, est un sulfure, la greenockite, mais on le rencontre dans presque tous les minerais de zinc et il est exploité industriellement comme un sous-produit de la métallurgie du zinc. Il est principalement utilisé pour la fabrication de batteries, le traitement de surface (cadmiage) des aciers (revêtement anticorrosion), les industries électriques et électroniques, et la production de pigments colorés destinés principalement aux matières plastiques. Dans l'environnement, les autres sources de cadmium sont la combustion du pétrole ainsi que l'utilisation de certains engrais chimiques où il est présent à l'état d'impureté.

3.3.3.2.1. Résultats 2020

L'abaissement des limites de quantification par le laboratoire d'analyse en 2014 a permis de mettre en évidence différentes concentrations en cadmium au niveau des stations de mesures de la darse 1. Cette évaluation n'avait pas été possible en 2012. En 2010, une concentration de 0,5 avait été mesurée au niveau de la station SB1 et la lagune présentait un taux extrême de cadmium.

Cadmium (mg/kg MS)						
Stations	2010	2012	2014	2016	2018	2020
SB Ref Canal du Rhône	< 0,40	< 0,40	0,14	0,14	0,16	0,13
S6	< 0,40	< 0,40	0,14	0,12	0,13	0,12
SB4	< 0,40	< 0,40	0,19	0,15	0,15	0,15
SB1	0,5	< 0,40	0,24	0,28	0,28	0,26
SE Lag Asco	44,4	< 0,40	1,18	0,98	0,93	1,21
SB2	< 0,40	< 0,40	0,15	0,14	0,14	0,13
SB Ref Arcelor	< 0,40	< 0,40	0,14	0,16	0,13	0,13
SB3	< 0,40	< 0,40	0,15	0,17	0,14	0,13
S5	< 0,40	< 0,40	0,16	0,14	0,13	0,15
SB Ref Sud	< 0,40	< 0,40	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10

Tableau 18. Concentration en cadmium dans les sédiments de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

L'analyse 2018 montrait un taux élevé de cadmium dans les sédiments de la lagune, mais légèrement inférieur à celui de 2016. En 2020 cette valeur augmente de nouveau (1,21 mg / kg de MS) et est comparable à 2014.

L'ensemble des concentrations sur les autres stations sont très proches en s'étendant de 0,12 mg/kg à 0,26 mg/kg. Ces valeurs sont très proches de celles mesurées en 2016 et 2018.

La valeur la plus forte relevée dans la darse est mesurée au niveau de la station SB1 située en sortie de rejet, comme en 2016 et 2018. Cela permet d'émettre l'hypothèse d'une potentielle influence du rejet sur la concentration en cadmium des sédiments dans un périmètre proche de l'exutoire.

Concernant le cadmium, la valeur la plus élevée de la darse est mesurée en 2020 comme en 2016 et 2018 au droit du rejet. Cela peut permettre d'établir une relation entre la contamination de la lagune et les concentrations mesurées en 2014, 2016, 2018 et 2020 en SB1, à la sortie de l'exutoire.

3.3.3.3 Chrome

Le chrome est un des métaux les plus utilisés dans le monde (industrie chimique, métallurgie, technologie des réfractaires) et peut donc être rejeté en quantités significatives dans l'atmosphère et les milieux aquatiques. La majeure partie de chrome parvenant à la mer depuis le continent provient des fleuves, l'atmosphère constituant une source beaucoup moins importante. Sa toxicité dépend de sa forme chimique. Sa forme réduite (chrome III) fait partie des éléments essentiels dans la vie animale. Sa forme oxydée (chrome VI) est toxique, cancérigène à forte dose pour l'Homme, et elle provoque des anomalies dans le développement larvaire des bivalves.

3.3.3.3.1. Résultats 2020

Les concentrations en chrome mesurées dans la darse en 2020 sont très proches des valeurs de 2018 sur l'ensemble des stations excepté pour les stations SB1 et Lag Asco.

Comme pour les suivis précédents, la valeur la plus forte est mesurée en SB1 au droit du rejet (76,3 mg/kg de MS). Une tendance décroissante était observée au niveau de ce point depuis 2010, mais la valeur de 2018 était la plus forte mesurée sur l'ensemble des suivis (179 mg/kg de MS). La valeur de 2020 se rapproche des valeurs de 2014 et 2016.

La concentration mesurée en 2020 au niveau de la station SB Ref Sud est également comparable à la valeur de 2018.

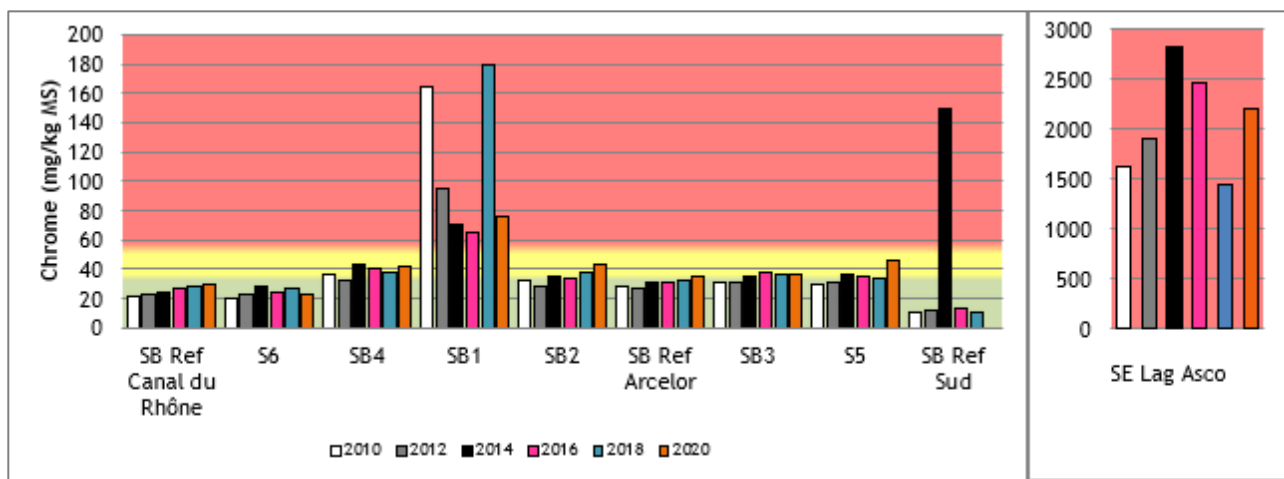


Figure 42. Concentration en chrome de 2010 à 2020 Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)

La concentration en chrome des sédiments de la lagune qui était en augmentation depuis 2010 montrait une nette diminution en 2018. Cette valeur est de nouveau en augmentation en 2020. Son niveau de contamination est, comme les autres années, très élevé.



3.3.3.3.2. Comparaison 2010 – 2020

Les données normalisées par la proportion de particules fines montrent une tendance similaire sur la plupart des stations. La station de la Lagune montre une valeur décroissante par rapport à 2018 une fois normalisée.

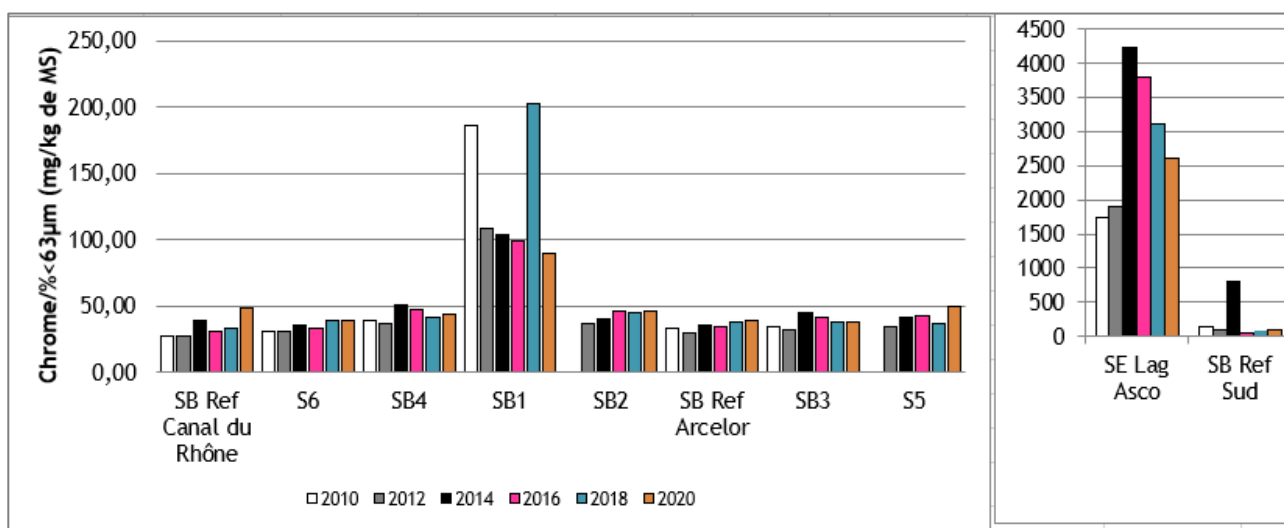


Figure 43. Concentration en chrome entre 2010 à 2020 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

La contamination en chrome des sédiments de la darse est sensiblement équivalente entre 2018 et 2020. Elle tendait à diminuer au droit du rejet depuis 2010, mais en 2018 la station directement au droit du rejet présentait une forte concentration en chrome. Cette valeur a de nouveau diminué en 2020 et est comparable aux suivis antérieurs entre 2012 et 2016.

Dans la darse, les résultats montrent un impact significatif du rejet sur la contamination en Chrome limité à la station SB1, soit au droit du rejet.

Dans la lagune, les valeurs de contamination au chrome sont toujours très élevées.

La concentration relevée en 2020 correspond aux valeurs mesurées lors des années précédentes. L'augmentation de la concentration en chrome au point de référence du sud de la darse à un niveau très élevé en 2014 provenait probablement d'un effet « pépité » très localisé. Les valeurs depuis, sont toujours les plus basses du suivi

3.3.3.4 Cuivre

L'emploi du cuivre est extrêmement diversifié, sa toxicité étant mise à profit dans les algicides et les peintures antisalissures des navires (surtout depuis le bannissement du tributylétain - TBT), dans le traitement des bois et dans les produits phytosanitaires. Le cuivre est le matériau de base de l'industrie électrique et de la construction et ses qualités mécaniques rendent possibles de nombreux procédés d'usinage. Par contre, il entre dans le métabolisme de nombreux mollusques, dont les moules. De fait, ces bivalves sont de très mauvais indicateurs pour le cuivre.

3.3.3.4.1. Résultats 2020

La concentration en cuivre est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **890 mg/kg de MS**. Cette valeur est supérieure à celle mesurée en 2014 (613 mg/kg de MS), mais plus faible que celles mesurées en 2016 (1550 mg/kg de MS) et 2018 (1140 mg/kg de MS). Elle est également inférieure à celle mesurée en 2010 (1750 mg/kg de MS).

Au niveau de la Darse 1, les concentrations sont toutes d'un niveau moyen selon les seuils fixés par le RLM (IFREMER, 2002). Comme lors des suivis précédents, la valeur maximale est atteinte au droit du rejet au niveau de la station SB1 avec **35,2 mg/kg de MS**. Cette contamination diminuait depuis 2010, mais se trouvait être en 2018 en augmentation. On note une nouvelle diminution en 2020 avec un valeur proche de 2014.

La concentration en cuivre est inférieure au seuil de détection (<5 mg/kg de MS) au niveau de la station de référence SB Ref Sud.

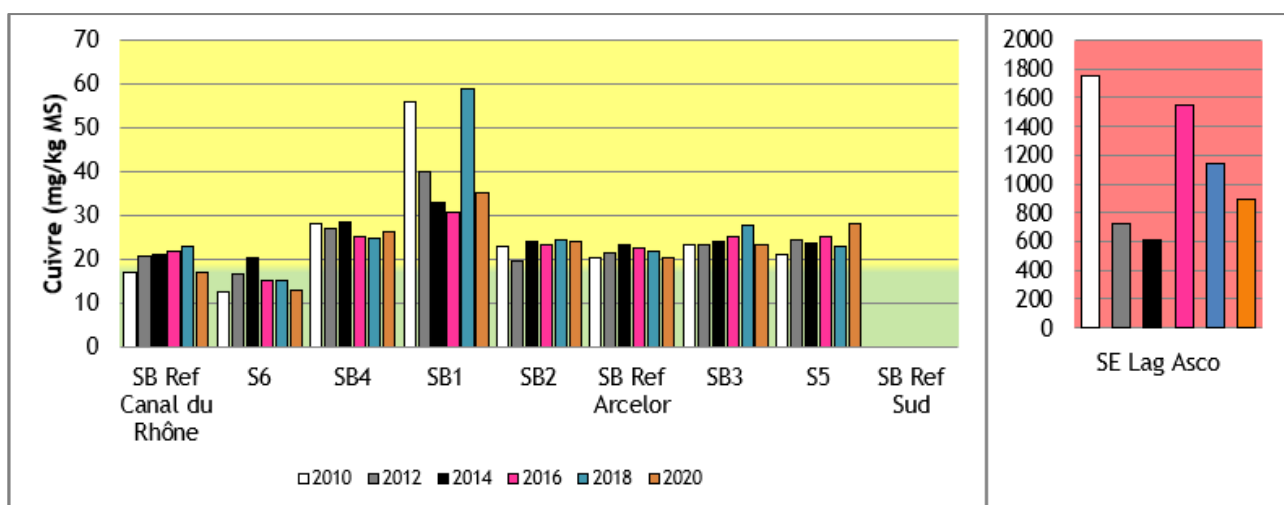


Figure 44. Concentration en cuivre de 2010 à 2020 - Données brutes (Safège, In Vivo, setec)



Les données normalisées par la fraction de particules fines montrent quasiment les mêmes effets que les résultats bruts. La contamination des particules fines par le cuivre est importante en station SB1 au droit du rejet et sur la station SE Lag Asco.

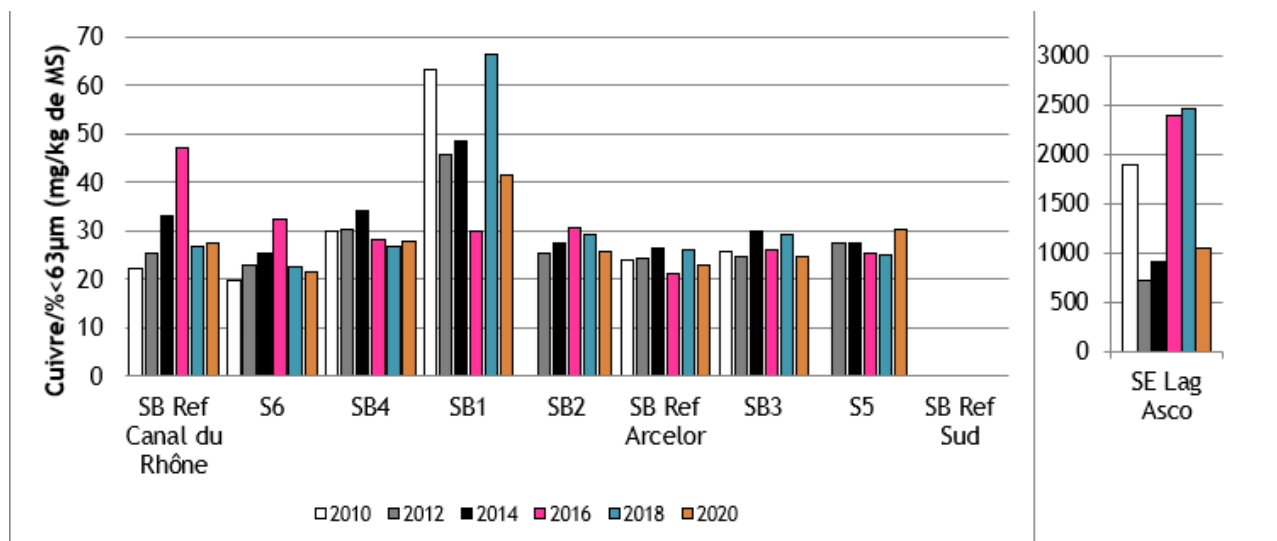


Figure 45. Concentration en cuivre de 2010 à 2020 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

L'influence du rejet qui était marquée entre 2010 et 2014 était de nouveau bien visible en 2018. La valeur de contamination en 2020 confirme de nouveau cette observation.

L'influence du canal du Rhône sur la contamination en cuivre des sédiments de la Darse semble au contraire moins marquée en 2018 et 2020 qu'en 2016.

La concentration en cuivre des sédiments est importante au droit du rejet (station SB1). Cependant, cette forte concentration semble provenir en partie seulement, de la part plus importante de fines contenue dans les sédiments au niveau de cette station en 2020.

Bien que le rejet contribue à la contamination de la zone proche de l'exutoire, les données indiquent une possible existence d'une source de contamination en cuivre au sein de la darse.

3.3.3.5 Plomb

Le plomb est rarement disponible à l'état natif. Il est présent dans de nombreux minerais, notamment le galène. Depuis l'abandon de l'usage du plomb-tétraéthyle comme antidétonant dans les essences, les usages principaux de ce métal restent la fabrication d'accumulateur et l'industrie chimique. Son cycle atmosphérique est très important et constitue une source majeure d'apport à l'environnement.

3.3.3.5.1. Résultats 2020

La concentration en plomb est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **1200 mg/kg de MS**. Cette valeur est légèrement inférieure à celle relevée en 2018 (**1610 mg/kg de MS**) et 2016 (**2320 mg/kg de MS**), mais bien supérieure à celle de 2014 (**454 mg/kg de MS**).

Au niveau de la Darse 1, la valeur maximale est atteinte au droit du rejet au niveau de la station SB1 avec **65,70 mg/kg de MS**. Cette contamination, qualifiée de « forte », était en baisse en 2016 (**48,8 mg/kg de MS**) par rapport à 2014, était en très haute augmentation en 2018 (**72,5 mg/kg de MS**).

Les concentrations sur les autres stations de la darse sont d'un niveau moyen selon les seuils fixés par le RLM (IFREMER, 2002). Les concentrations en plomb des sédiments prélevés sur la plupart des stations sont dans le même ordre de grandeur des valeurs mesurées en 2016 et 2018.

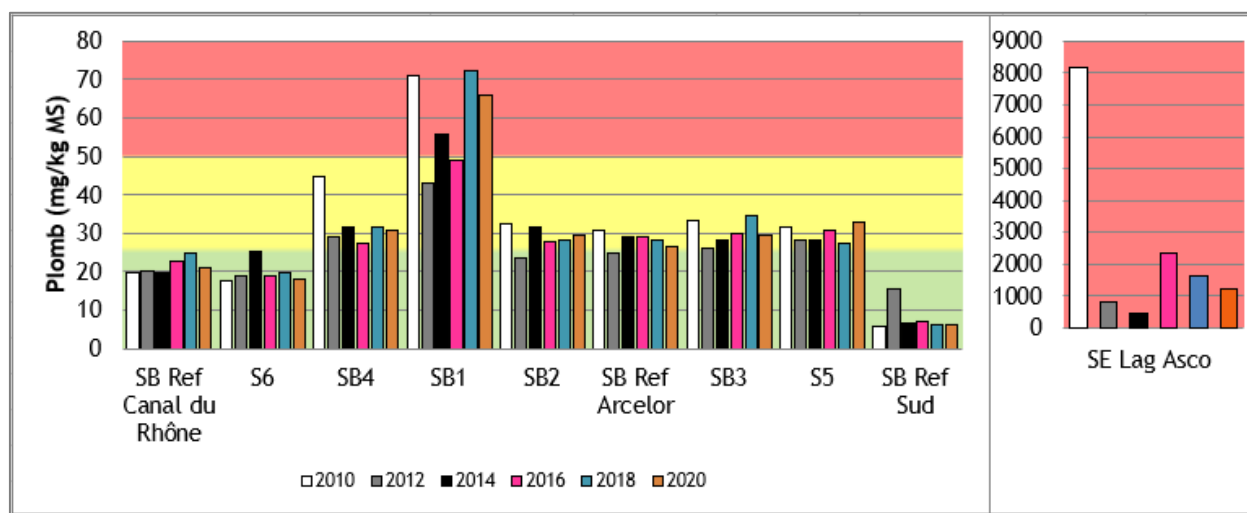


Figure 46. Concentration en plomb entre 2010 et 2020 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)

La concentration très élevée en plomb des sédiments de la lagune semble se répercuter sur le milieu marin au droit du rejet (station SB1). Cette contamination était en très forte augmentation en 2018 par rapport à son niveau de 2016. Elle reste très élevée en 2020 bien que légèrement en baisse. La contamination en plomb est globalement équivalente sur l'ensemble des stations de la darse exception faite de la station SB Ref Sud dont la part de fines est moins importante. La contamination correspond à l'état 2 ou à l'état 1 du RLM pour la plupart des stations de la darse. Les stations SB1 et SE Lag Asco sont quant à elles, à un état 3 de niveau de contamination.



La figure suivante présente les teneurs en plomb des sédiments normalisées par leur proportion de particules fines. Ces valeurs permettent d'évaluer les variations pouvant exister d'un suivi à l'autre.

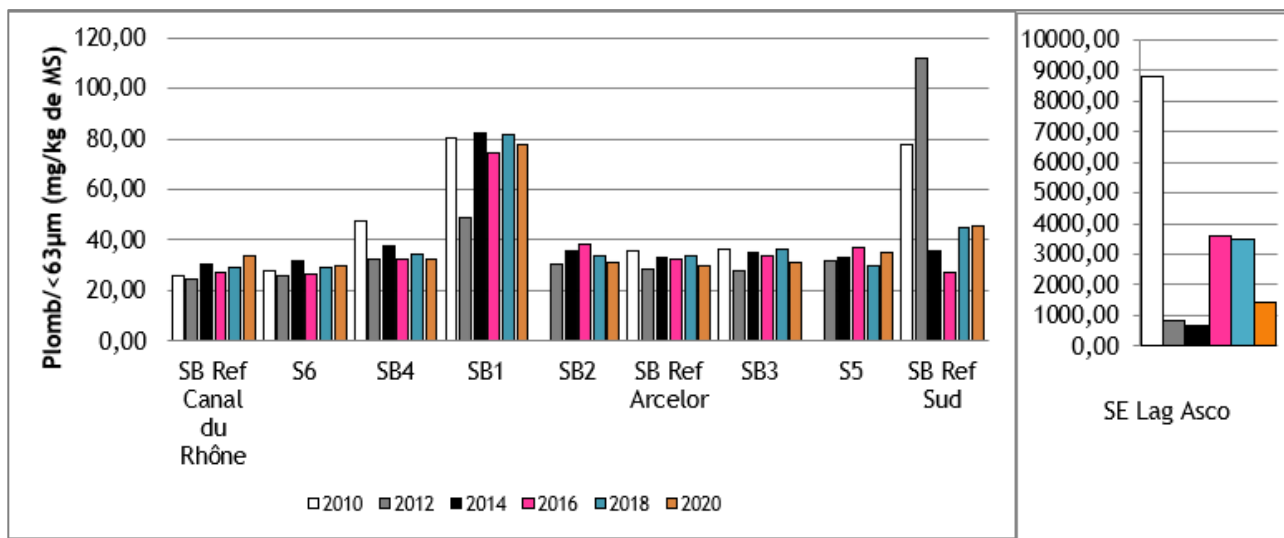


Figure 47. Concentration en plomb de 2010 à 2020 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

La concentration en plomb normalisée par la proportion de fines des échantillons montre des valeurs assez constantes de la teneur en plomb des sédiments prélevés au niveau de la station de SB1 entre 2014 et 2020.

La contamination des particules fines par le plomb est stable sur la plupart des stations de la darse par rapport 2018 (légères variations d'augmentations et de diminutions). La station SB Ref Sud qui avait vu sa contamination augmenter en 2018 par rapport aux valeurs de 2016, présente une valeur équivalente en 2020, qui est loin des résultats obtenus en 2010 et 2012.

La contamination de la lagune en plomb avait augmenté en 2016 et les données de 2018 étaient quasiment équivalentes. Le suivi 2020 présente une forte diminution si on prend en considération la corrélation avec les particules fines.

La station Ref Sud présente finalement une contamination assez importante si on lie celle-ci à la proportion de particules fines.

L'impact du rejet sur la contamination en plomb des sédiments est significatif au droit du rejet (station SB1). Cet impact a légèrement diminué par rapport à 2018. La contamination en plomb mesurée au niveau des autres stations de la darse est stable et n'évolue que très légèrement entre les différents suivis. Celle de la station de la lagune est en diminution.

3.3.3.6 Zinc

Le zinc est un métal, moyennement réactif, qui se combine avec l'oxygène et d'autres non-métaux, et qui réagit avec des acides dilués en dégageant de l'hydrogène. Exposé à l'air, il forme une mince couche d'oxyde imperméable, parfois appelée rouille blanche. La production de zinc à partir de minerai (blende) est effectuée dans deux filières technologiques distinctes, la pyrométallurgie et l'hydrométallurgie suivie d'une électrolyse. La principale utilisation du zinc est la galvanisation des aciers. Il est aussi utilisé en agriculture, comme apport d'oligo-élément, essentiellement en zone de sols fortement calcaires. Le zinc a également des usages voisins de ceux du cadmium auxquels s'ajoutent les peintures antirouille et l'industrie pharmaceutique. Il est peu toxique pour l'Homme, mais peut perturber la croissance des larves d'huîtres. Les sources de zinc dans les milieux aquatiques peuvent être industrielles et domestiques, mais également agricoles (présence significative dans certains engrais phosphatés).

3.3.3.6.1. Résultats 2020

La concentration en zinc est très élevée au niveau de la lagune où elle atteint **5970 mg/kg de MS**. Cette valeur avait fortement baissé en 2012 et 2014, mais avait fortement augmenté en 2016 (14200 mg/kg de MS), pour rediminuer en 2018 (9120 mg/kg de MS).

Comme depuis 2010, la valeur maximale est atteinte dans la darse au droit du rejet au niveau de la station SB1. La concentration en zinc atteint au niveau de ce point est de **214 mg/kg de MS**. Elle était de 497 mg/kg de MS en 2018 et de 192 mg/kg de MS en 2016. Elle a donc presque rediminué de près de deux tiers depuis le dernier suivi. Selon les seuils établis par le RLM (IFREMER), le niveau de contamination de cette station est au niveau le moyen de contamination pour le zinc (état 2).

Les concentrations mesurées en 2020 dans les autres stations de la darse sont du même ordre de grandeur qu'en 2014, 2016 et 2018.

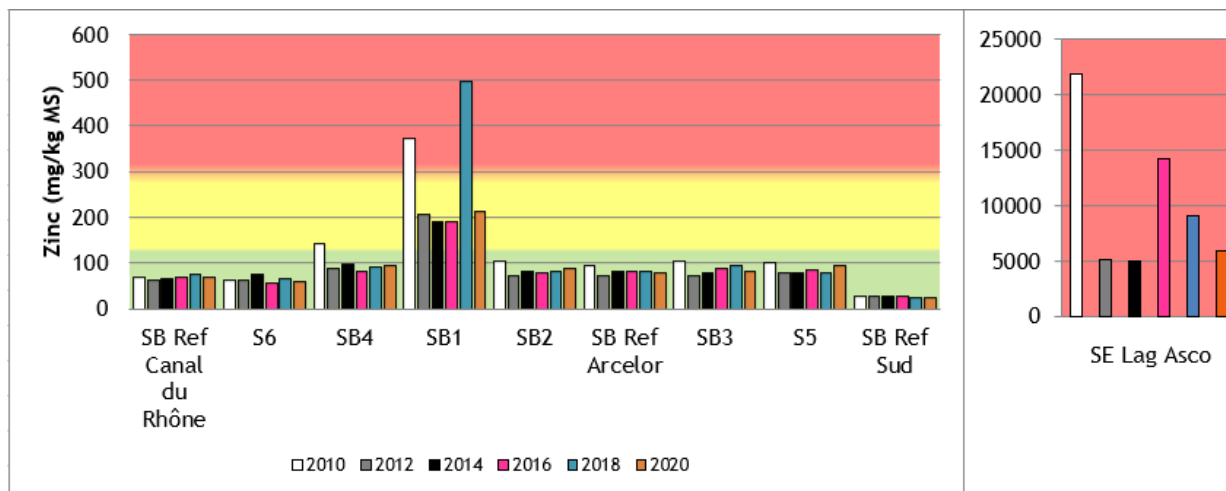


Figure 48. Concentration en zinc de 2010 à 2020 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)



Comme lors des précédents suivis, la contamination en zinc dans la zone d'étude est localisée au niveau de la station SB1 située au droit du rejet et au sein de la lagune. La contamination de la darse en zinc est stable depuis 2010, mais est encore visible dans les sédiments en 2020.

Les données normalisées des concentrations en zinc sont illustrées ci-après et permettent de faire abstraction de l'effet de dilution des sables sur la contamination des échantillons.

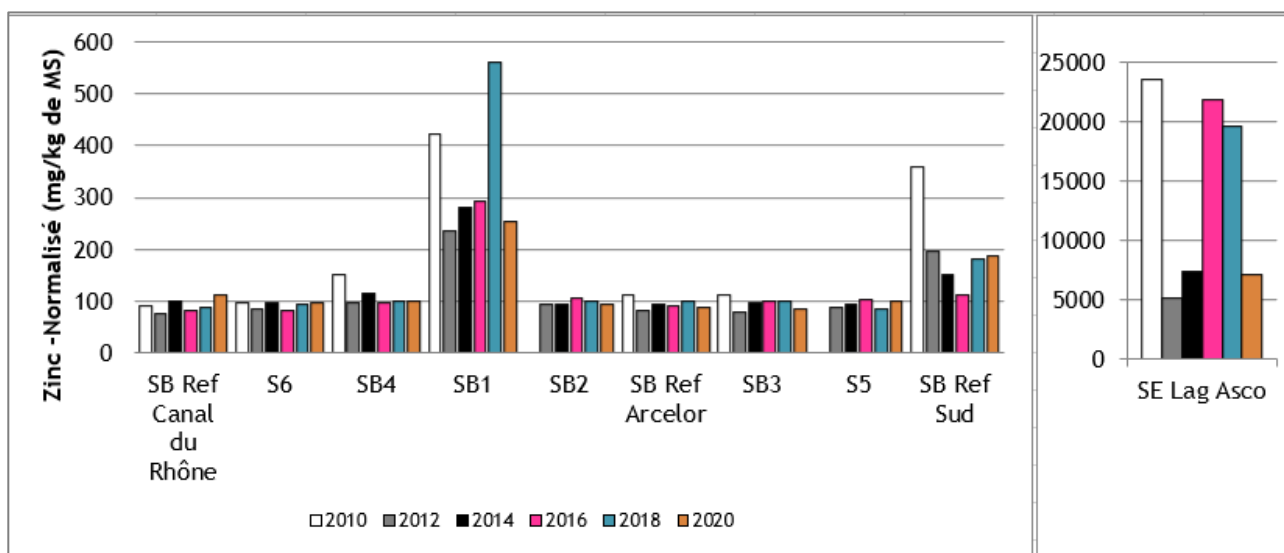


Figure 49. Concentration en zinc entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en zinc normalisée par la proportion de fines des échantillons montre une contamination équivalente sur l'ensemble des stations de la darse, exception faite de la station SB1 située à la sortie du rejet. Une très grande baisse y est mesurée depuis le précédent suivi (2018).

La concentration en zinc diminuait au niveau de la station SB Ref Sud depuis 2010, mais une augmentation est visible depuis 2018. Une diminution est au contraire mesurée dans la lagune.

L'impact du rejet sur la contamination en zinc des sédiments est significatif au droit du rejet (station SB1). Cet impact augmentait régulièrement depuis 2012, présentait un très gros pic en 2018 pour rediminuer en 2020.

3.3.3.7 Nickel

Le nickel entre dans la fabrication d'acier inoxydable, comme catalyseur dans l'industrie chimique et dans certains pigments. Cependant, l'introduction du nickel d'origine anthropique dans les milieux aquatiques provient principalement des eaux usées domestiques et des boues de station d'épuration. L'utilisation des combustibles fossiles, la production de métaux non-ferreux, l'activité volcanique et l'érosion éolienne constituent l'essentiel des flux vers l'atmosphère.

3.3.3.7.1. Résultats 2020

La concentration en nickel est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **267 mg/kg de MS**. Cette valeur est supérieure à la valeur de 2018 (214 mg/kg de MS). Et quasi équivalente à celle relevée en 2016 (271 mg/kg de MS) et est plus élevée que son niveau de 2010 (258 mg/kg de MS).

Au niveau de la Darse 1, les valeurs mesurées sont très proches les unes des autres sur l'ensemble des stations mis à part pour la station SB1 située au droit du rejet qui présente une concentration un peu plus élevée (27,6 mg/kg de MS). Une légère diminution des concentrations est visible sur presque toutes les stations entre 2018 et 2020.

L'impact du rejet sur la contamination en nickel des sédiments semble être significatif en 2020 au regard des analyses effectuées sur les sédiments, mais de façon moins tranchée que les précédents suivis.

Comme lors des suivis précédents, la station de référence SB Ref Sud est la station pour laquelle les sédiments disposent de la plus faible concentration en nickel.

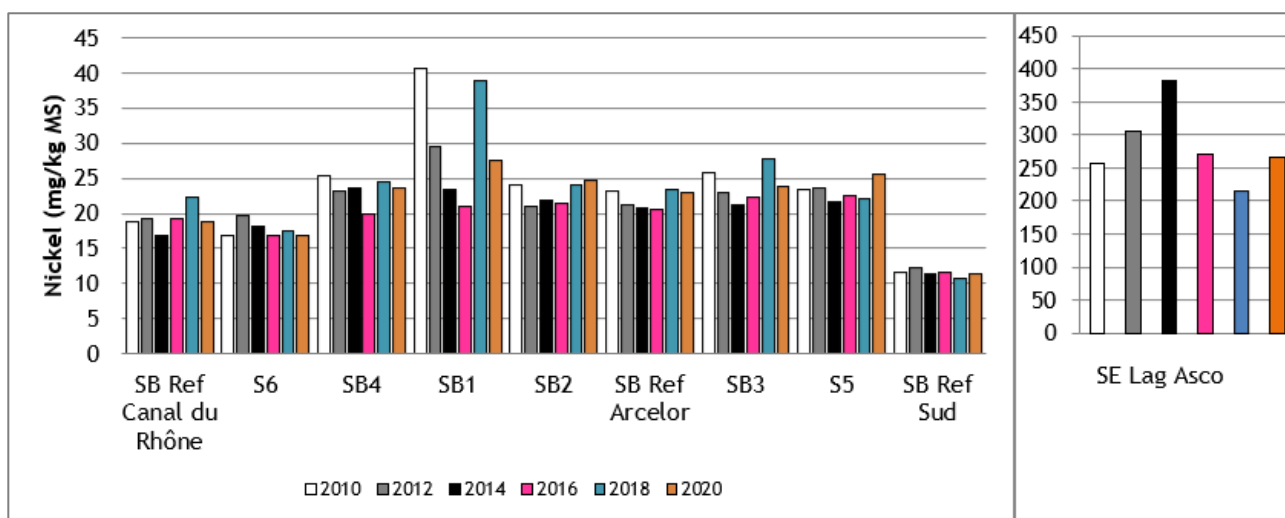


Figure 50. Concentration en nickel de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes



Les données normalisées des concentrations en nickel sont illustrées ci-après et permettent de faire abstraction de l'effet de dilution des sables sur la contamination des échantillons.

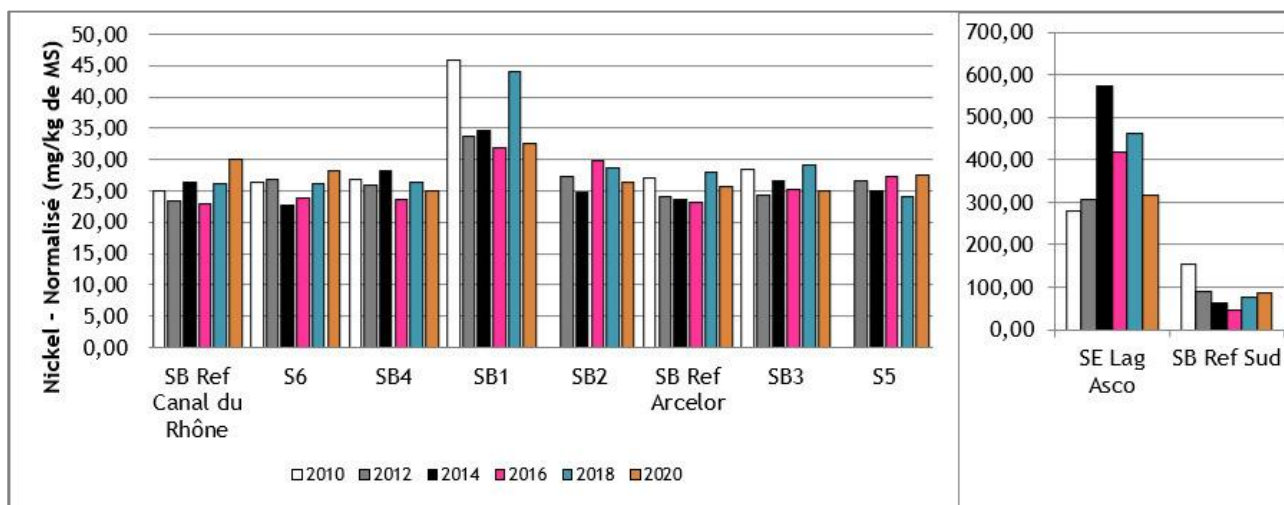


Figure 51. Concentration en nickel entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en nickel normalisée par la proportion de particules fines montre que la contamination des sédiments prélevés au niveau des stations de la darse n'a pas significativement évolué entre 2018 et 2020 excepté sur les stations SB1 et SB3.

La contamination de la lagune en nickel a diminué entre 2018 et 2020.

L'impact du rejet sur la contamination en nickel des sédiments est plus important au droit du rejet (station SB1). Cet impact est sensiblement équivalent à 2012, 2014 et 2016.

3.3.3.8 Mercure

Seul métal volatil, le mercure, naturel ou anthropique, peut être transporté en grandes quantités par l'atmosphère. Les sources naturelles en sont le dégazage de l'écorce terrestre, les feux de forêt, le volcanisme et le lessivage des sols. Sa très forte toxicité fait qu'il est soumis à de nombreuses réglementations d'utilisation et de rejet. Il est le plus toxique des métaux traces, et plus particulièrement ses formes organiques. Les sources anthropiques sont constituées par les processus de combustion (charbon, pétrole, ordures ménagères, etc.), de la fabrication de la soude et du chlore ainsi que l'orpaillage. Le mercure est également employé en agriculture (fongicide), pour le traitement du bois, en tant qu'explosif d'amorçage, dans les peintures, piles ou batteries, plastiques et caoutchoucs. La méthylation du mercure est effective dans les sédiments sous l'action des microorganismes et, dans la colonne d'eau, en présence de phytoplancton.

3.3.3.8.1. Résultats 2020

En 2016, et pour la première fois depuis 2010, plusieurs stations présentaient des concentrations en mercure supérieures aux limites de quantification (0,10 mg/kg de MS). Cette limite est située au niveau du seuil de contamination « moyenne » selon les RLM (IFREMER). En 2018, des stations présentaient de nouveau des résultats au-dessus de ce seuil. En 2020, les valeurs varient entre la valeur seuil de 0,10 mg/kg de MS à 0,15 mg/kg de MS.

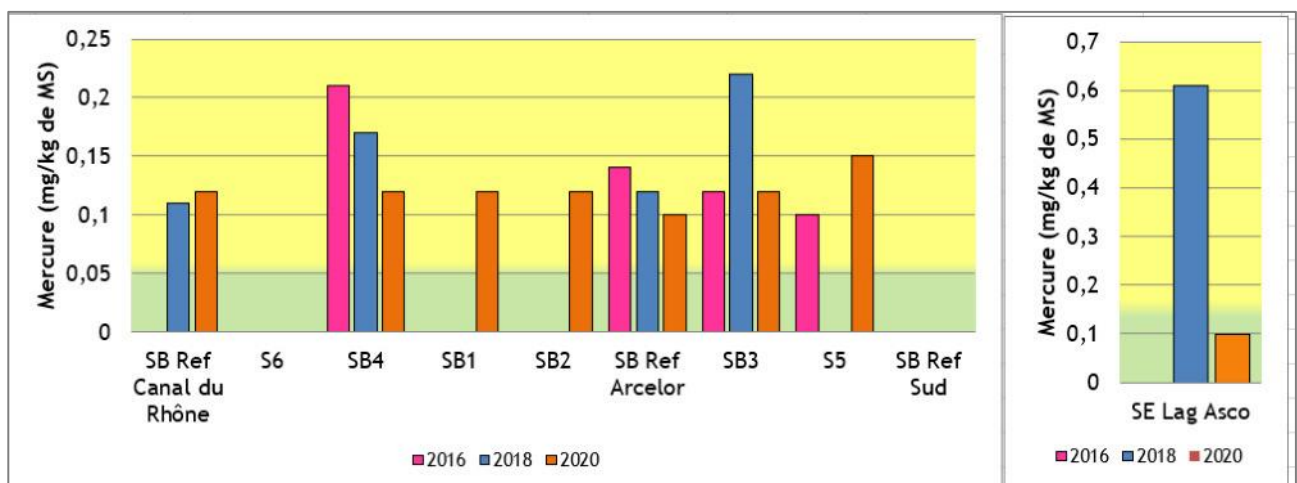


Figure 52. Concentration en mercure entre 2016 et 2020 - données brutes

La valeur la plus élevée est mesurée au niveau de la station S5, au sud du rejet, avec 0,15 mg/kg de MS. Les autres stations pour lesquelles des concentrations ont été mesurées sont toutes les stations hormis les stations S6 et Ref Sud qui ne présentent pas de contamination en mercure, ou cette contamination est inférieure à 0,1 mg/kg de MS.



Les mesures effectuées en 2012 étaient également inférieures à la limite de quantification à l'exception des prélèvements effectués au niveau de la lagune ASCOMETAL. La concentration en mercure de la lagune a diminué entre 2018 et 2020 (0,1 mg/kg de MS). Elle était de 0,26 mg/kg de MS en 2012, était en dessous de la limite de quantification en 2016, de 0,61 mg/kg de MS en 2018

Bien que des concentrations en mercure aient été mesurées en 2020, l'impact du rejet sur la contamination des sédiments de la darse est difficilement discriminable à travers les résultats des analyses. Les données montrent des niveaux de contamination pour des stations éloignées du rejet, mais également pour la station située dans la lagune.

3.3.3.9 Aluminium

L'aluminium est un élément abondant dans la croûte terrestre, mais il se trouve rarement sous sa forme pure. Il est principalement extrait d'un minerai appelé bauxite où il est présent sous forme d'oxyde hydraté dont on extrait l'alumine (Al_2O_3). L'aluminium est employé dans beaucoup d'industrie pour faire de nombreux produits différents. Les composants structuraux faits à partir d'aluminium sont essentiels à l'industrie aéronautique et sont très importants dans d'autres secteurs du transport et de la construction notamment maritimes.

3.3.3.9.1. Résultats 2020

La comparaison entre les valeurs peut être réalisée directement à partir des données brutes. En 2020, les concentrations en aluminium des sédiments de la Darse 1 sont assez hétérogènes, mais globalement inférieures ou équivalentes aux valeurs mesurées en 2018. Ces fortes concentrations restent bien visibles au droit du rejet (SB1, SB2), aux sud et nord du rejet (SB3, S5 ; SB4) et au niveau des stations de références situées dans le canal du Rhône.

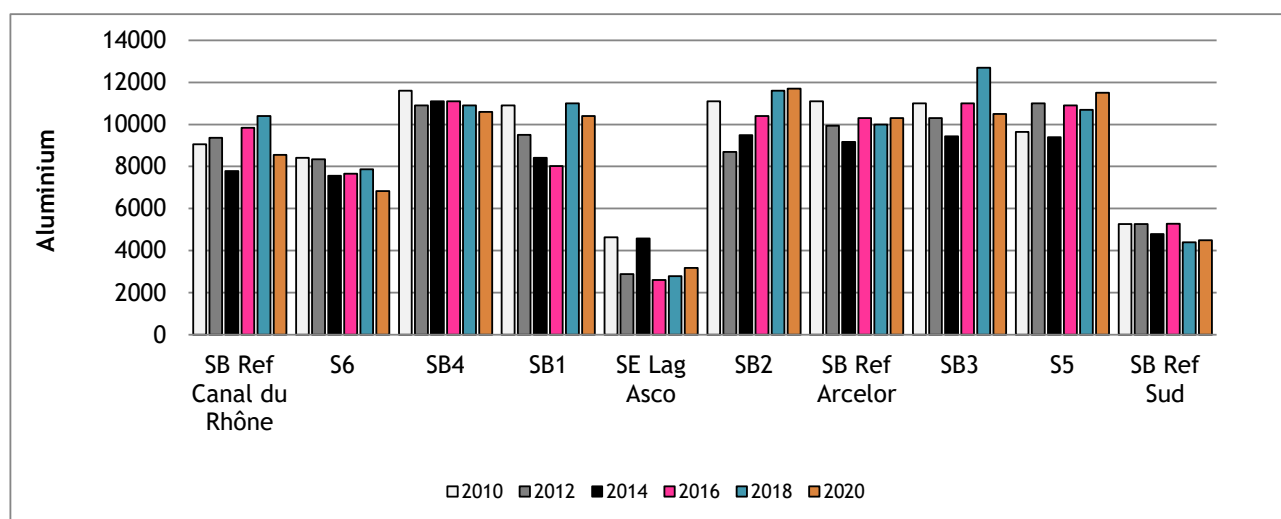


Figure 53. Concentration en aluminium entre 2010 et 2020 - Données brutes



Les niveaux de concentration en aluminium sont bien corrélés à la proportion de fine en milieu marin.

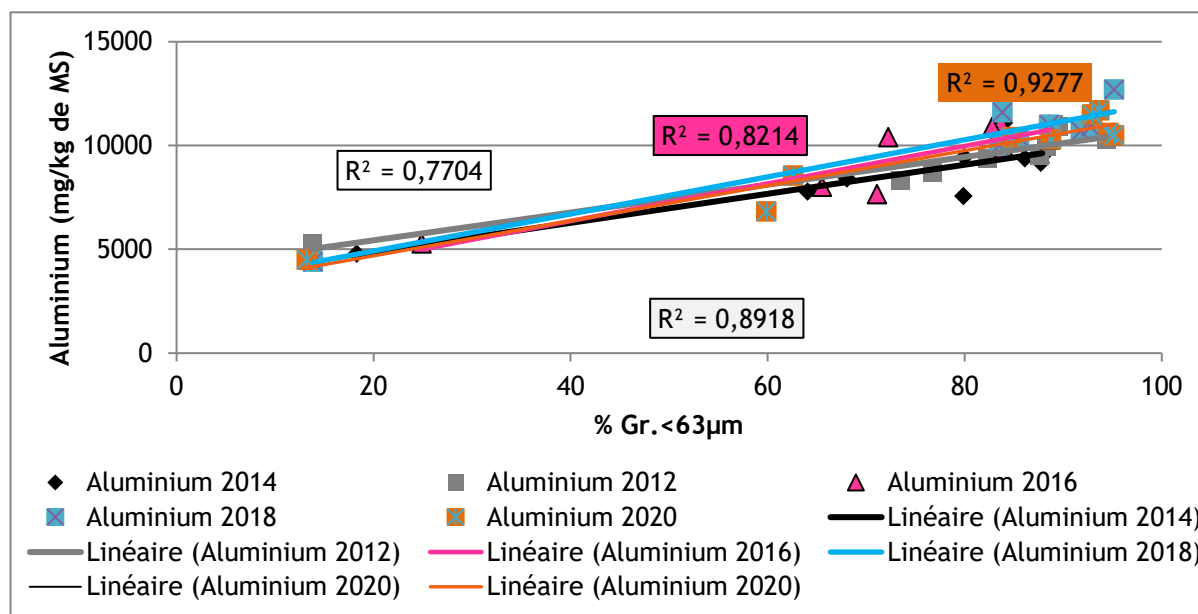


Figure 54. Relation entre les concentrations en aluminium avec les concentrations en fines des stations de mesure de la darse 1 de 2012 à 2020

Ces données montrent une contamination généralement en hausse dans la darse. En 2020, les valeurs des concentrations en aluminium sont en légère baisse sur la station SB1 et sont comparables aux valeurs de 2010 et 2018. Il y a sûrement un impact au droit du rejet.

L'impact sur la concentration en aluminium à la sortie du rejet (SB1) diminuait depuis 2010, mais est en forte hausse entre 2016 et 2020. Les niveaux de contamination sont à la légère baisse sur presque toutes les stations de la darse. Ces niveaux de concentration indiquent l'influence d'autres sources d'apports en aluminium. Le rejet a probablement un impact sur la contamination en aluminium au droit du rejet en 2020.

3.3.3.10 Étain

D'abondance moyenne dans la croûte terrestre, l'étain et ses composés organiques ne sont considérés comme un polluant du milieu marin que depuis le début des années 80, en raison de l'utilisation du TBT comme matière active dans certaines peintures antisalissure.

3.3.3.10.1. Résultats 2020

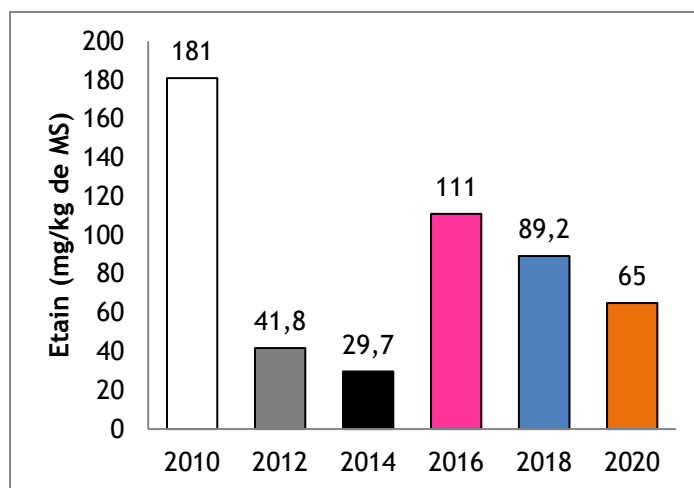


Figure 55. Évolution de la concentration en étain des sédiments de la lagune entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec)

En 2020 comme lors des suivis précédents, la concentration en étain des sédiments de la darse 1 n'a pas atteint la limite de quantification de 5 mg/kg de MS.

La concentration en étain des sédiments de la lagune qui était en nette diminution depuis 2010 avait augmenté fortement en 2016 pour atteindre 111 mg/kg de MS. En 2018 la concentration était de 89 mg/kg de MS. En 2020, cette valeur a encore baissé (65 mg/kg de MS).

La concentration en étain au niveau de la lagune avait fortement augmenté entre 2014 et 2016 alors qu'elle diminuait depuis 2010. La valeur en 2018 était encore élevée. En 2020, on observe encore une nette diminution. Depuis 2010, la concentration en étain des sédiments de la darse n'a pas dépassé 5 mg/kg. L'analyse COFRAC ne permet pas de fournir des résultats inférieurs à cette valeur.



3.3.3.11 Fer

Le fer est largement utilisé sous forme d'acier dans la construction métallique.

3.3.3.11.1. Résultats 2020

La concentration en fer des sédiments de la lagune est très élevée et atteint **273 000 mg/kg de MS**. Elle a augmenté depuis le suivi de 2018, mais est équivalente aux données de 2012 et de 2016.

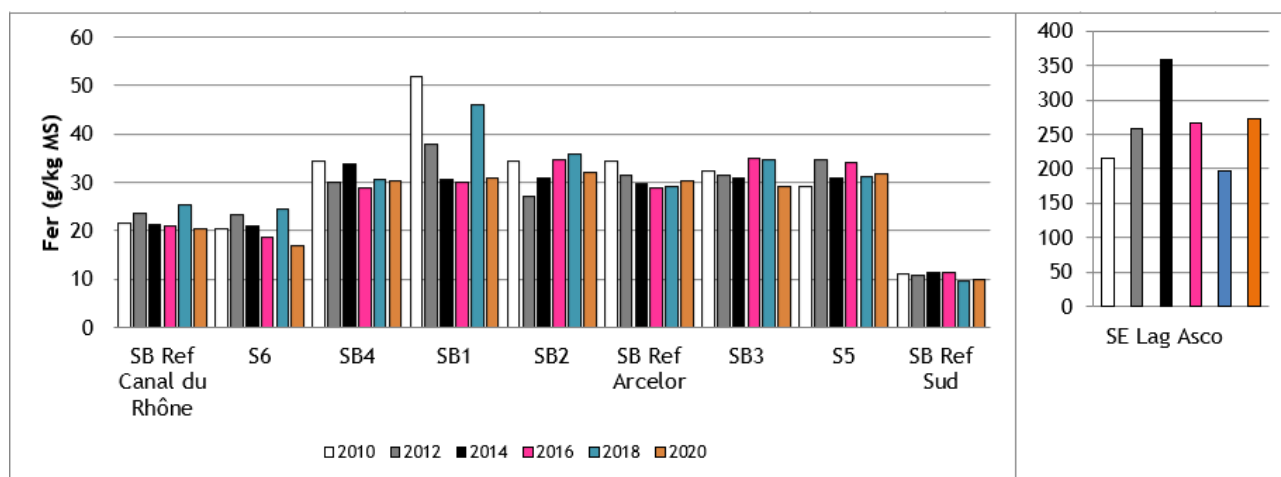


Figure 56. Concentration en fer de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes

La station SB Ref Sud présente la concentration en fer la plus basse parmi les stations de la darse. Celle-ci n'a pas évolué depuis 2010.

Les valeurs mesurées sur les stations SB4, SB1, SB2, SB Ref Arcelor, SB3 et S5 présentent des valeurs du même ordre et proches des tendances des précédents suivis. On note une large baisse de concentration en fer sur la station SB1 située au droit du rejet par rapport à 2018 où cette valeur présentait un pic.

Les stations situées le plus au nord de la zone d'étude (S6 et SB Ref Canal du Rhône) et SB Ref Sud, situées à l'extrême sud de celle-ci présentent toujours des niveaux de concentration en fer moins élevés.

La zone proche du rejet n'est pas, en 2020, plus fortement contaminée en fer que les zones éloignées de celui-ci.

La figure ci-dessous présente les données normalisées des concentrations en fer par leurs proportions de particules fines. Cette normalisation permet de s'affranchir des effets de dilution de la contamination dus à la granulométrie.

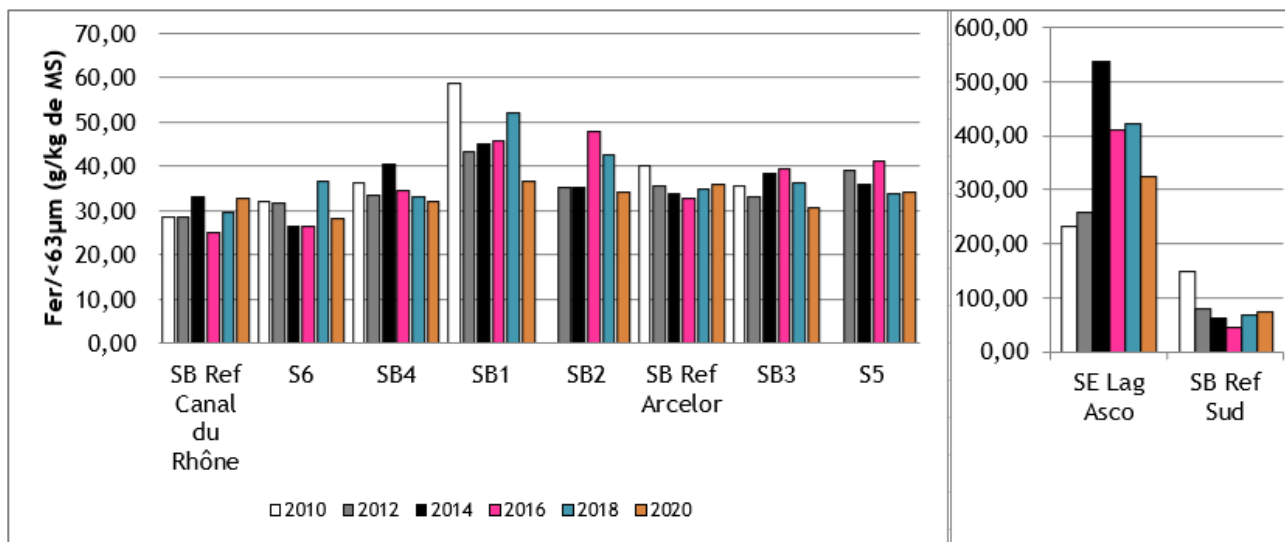


Figure 57. Concentration en fer en 2010 (Safege), 2012 à 2020 (In Vivo, setec in vivo) - Données normalisées

La concentration en fer normalisée montre des évolutions assez différentes entre 2018 et 2020 selon les stations considérées. Elles sont globalement de faible amplitude et pour plusieurs stations, les niveaux de contamination n'ont pas sensiblement évolué. Cependant, une augmentation est observée au niveau de la station SB Ref Canal du Rhône. Cette augmentation signifie qu'indépendamment de la proportion de vase, les sédiments prélevés au niveau de cette station ont vu leur contamination augmentée entre 2018 et 2020.

La contamination de la lagune diminue depuis 2014, (en 2018, la valeur était similaire à 2016), mais reste en 2020 à un niveau considérable.

La normalisation de la contamination met en évidence un maintien de la contamination en fer au droit du rejet (SB1, SB2) en 2020. La darse présente cependant un niveau de contamination important sur l'ensemble des stations.

L'impact du rejet sur la contamination en fer des sédiments n'est pas significatif au droit du rejet en 2020. La contamination avait beaucoup augmenté entre 2016 et 2018 au droit du rejet (SB1) et plus légèrement sur plusieurs stations de prélèvement de la darse, mais le suivi de 2020 montre une nette diminution de la contamination en fer potentiellement lié au rejet.



3.3.3.12 Manganèse

Le manganèse est un oligo-élément nécessaire à l'Homme, mais qui devient toxique en trop fortes quantités absorbées. Les sources anthropiques principales d'introduction du manganèse dans l'environnement sont issues de la préparation d'alliage comme l'acier, l'aluminium, le bronze, etc. Le manganèse et ses dérivés sont fortement retenus dans les sols.

3.3.3.12.1. Résultats 2020

En 2020, la concentration en manganèse des sédiments de la lagune a légèrement diminué (**6170 mg/kg de MS**) par rapport à la forte concentration trouvée en 2018 (**7090 mg/kg de MS**).

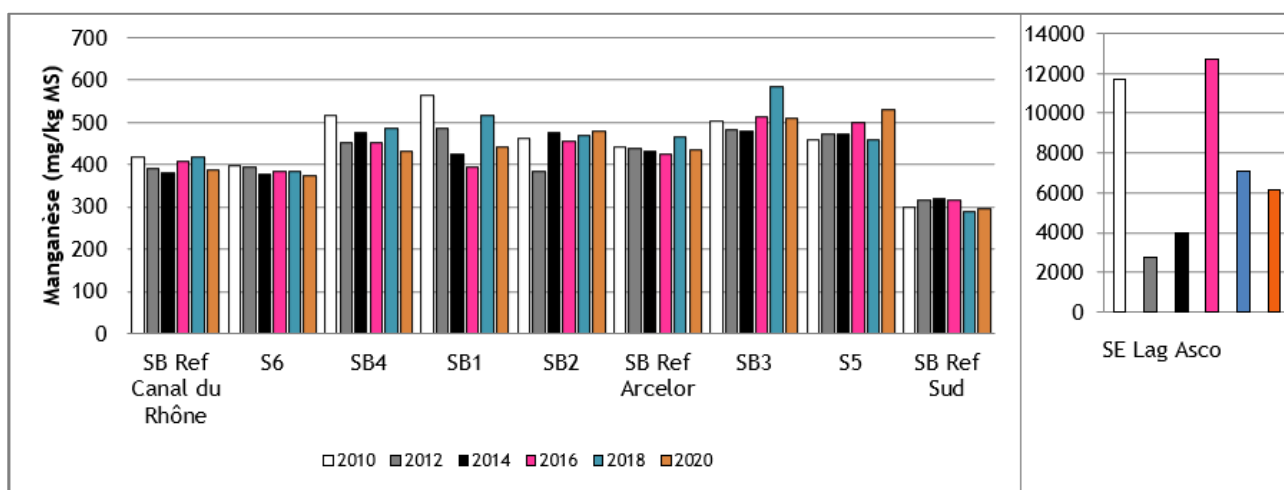


Figure 58. Concentration en manganèse de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes

Sur l'ensemble des stations de la darse, les valeurs de concentration ont relativement peu évolué entre 2018 et 2020, excepté sur les stations SB1 et SB3 où les valeurs ont diminué (elles avaient augmenté en 2018) et sur S5 où la concentration présente une augmentation.

La station SB1, la plus proche de l'exutoire, affichait des concentrations en manganèse dans ses sédiments qui étaient en baisse depuis 2010. En 2018, la concentration était de 515 mg/kg de MS, en 2020 elle est de **442 mg/kg de MS**.

En 2020, à station S5, la station plus au sud de l'exutoire présente quant à elle la valeur la plus importante de la darse : **529 mg/kg de MS**.

La contamination en manganèse est relativement équivalente du nord au sud de la darse. La station SB Ref Sud demeure néanmoins la moins contaminée.

La figure suivante présente les valeurs de concentration en manganèse normalisées par le pourcentage de particules fines des échantillons. Les données normalisées peuvent être comparées d'un suivi à l'autre et entre les stations en faisant abstraction de l'effet de dilution de la contamination causé par la présence de sable, moins contaminé que les vases.

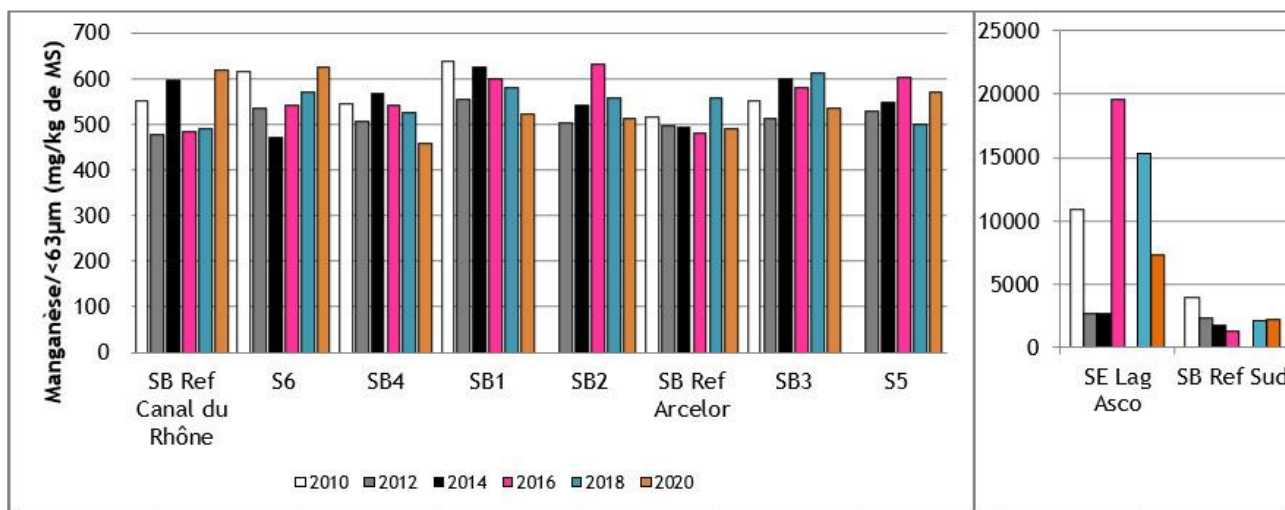


Figure 59. Concentration en manganèse de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en manganèse normalisée par la proportion de fines des échantillons montre un pic de contamination au niveau des stations SB Ref Canal du Rhône, S6 et S5.

Cette contamination est en baisse au niveau de SB1 et SB2 ainsi que dans la lagune.

Les valeurs mesurées au niveau des autres stations en 2020 sont relativement équivalentes aux mesures effectuées lors des précédents suivis.

L'impact du rejet ASCOMETAL sur la contamination en manganèse des sédiments est moins visible au droit du rejet que lors des précédents suivis. La contamination de l'ensemble des stations de mesures est globalement équivalente indiquant ainsi l'existence d'autres sources de contamination.



3.3.3.13 Tableaux de synthèse pour les métaux

Les concentrations en métaux traces qui ont été évaluées pour le suivi 2020 sont présentées dans le tableau suivant avec pour indication un code couleur correspondant aux 3 états du RLM (IFREMER, 2002) :

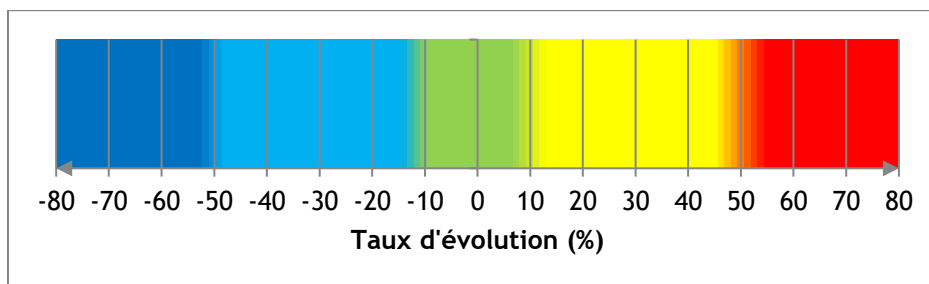
- ❖ **Vert** : État 1. Il caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de contamination chimique établi pour chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française.
- ❖ **Jaune** : État 2. Il caractérise des niveaux correspondant à des valeurs supérieures au bruit de fond de la contamination chimique et inférieures ou égales au seuil de contamination avérée.
- ❖ **Rouge** : État 3. Il caractérise les niveaux supérieurs au seuil de contamination avérée (état 2).

Paramètres (mg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud
Cadmium	0,13	0,12	0,15	0,26	1,21	0,13	0,13	0,13	0,15	<0,10
Chrome	30,1	23,4	41,7	76,3	2200	43,7	34,5	35,8	46	11,8
Chrome VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cuivre	17,1	12,8	26,4	35,2	890,00	24,2	20,3	23,4	28	0
Plomb	21,00	18,00	30,90	65,70	1200,00	29,40	26,50	29,50	32,90	6,02
Zinc	69,6	59	93,7	214	5970,00	89	78,1	81	93,3	24,8
Nickel	18,8	16,9	23,7	27,6	267,00	24,7	22,9	23,8	25,5	11,4
Mercure	0,12	0	0,12	0,12	0,10	0,12	0,1	0,12	0,15	0
Aluminium	8550	6830	10600	10400	3180	11700	10300	10500	11500	4490
Étain	<5,14	<5,00	<5,00	<5,00	65,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Fer	20,5	16,9	30,3	31	273,00	32	30,3	29,1	31,8	9,87
Manganèse	388	375	433	442	6170,00	480	435	508	529	296

Tableau 19. Tableau de synthèse des concentrations en métaux traces des sédiments en 2020 - Données brutes

Le tableau suivant présente sous la forme d'un code couleur, l'évolution de la contamination pour chaque station et pour chaque métal par rapport à son niveau de 2016. Ce code couleur prend la forme suivante :

- ❖ Bleu foncé : forte diminution (supérieure à 50%)
- ❖ Bleu clair : diminution significative (taux compris entre -10 et -50 %)
- ❖ Vert : peu d'évolution (valeur comprise entre -10 et +10%)
- ❖ Jaune : augmentation significative (taux compris entre +10 et +50%)
- ❖ Rouge : forte augmentation (supérieure à 50%)



Paramètres (mg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	Station présentant la plus forte augmentation	Station présentant la plus forte diminution
Cadmium	-23,1	-8,3	0,0	-7,7	23,1	-7,7	0,0	-7,7	13,3	0,0	SE Lag Asco	SB Ref Canal du Rhône
Chrome	5,3	-13,7	8,6	-134,6	34,5	14,2	6,4	-2,0	26,1	11,0	SE Lag Asco	SB1
Chrome VI	Données inférieures aux limites de quantification											
Cuivre	-33,3	-18,8	6,4	-66,8	-28,1	-1,7	-7,4	-18,4	18,2	0,0	S5	SB1
Plomb	-19,0	-9,4	-2,9	-10,2	-34,2	4,1	-7,2	-17,6	17,0	-2,7	S5	SE Lag Asco
Zinc	-9,2	-8,8	1,8	-132,2	-52,8	6,4	-6,7	-16,4	16,2	-1,6	S5	SB1
Nickel	-18,6	-4,1	-3,4	-41,3	19,9	2,8	-2,2	-16,8	13,7	6,1	SE Lag Asco	SB1
Mercure	8,3	0,0	-41,7	100,0	-510,0	100,0	-20,0	-83,3	100,0	0,0	.	.
Aluminium	-21,6	-15,1	-2,8	-5,8	12,3	0,9	2,9	-21,0	7,0	2,0	SE Lag Asco	SB Ref Canal du Rhône
Etain	Données inférieures aux				27,1	limites de quantification						
Fer	-23,9	-45,6	-1,3	-48,7	28,2	-11,6	3,6	-18,9	1,9	2,4	SE Lag Asco	SB1
Manganèse	-8,0	-2,4	-12,5	-16,5	-14,9	2,5	-7,4	-14,8	13,4	2,4	S5	SB1
Elément présentant la plus forte augmentation	Cr	.	Cr	Hg	Cr	Hg	Cr	.	Hg	Cr		
Elément présentant la plus forte diminution	Cu	Fe	Hg	Cr	Hg	Fe	Hg	Hg	.	Pb		

Tableau 20. Tableau de synthèse des taux de variation (%) des concentrations en métaux entre 2018 et 2020

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration entre 2018 et 2020 de certains composants sur les stations S5 et SE Lag Asco.

Le Chrome présente également une légère augmentation sur quelques stations, mais qui ne sont pas situées nécessairement au droit du rejet. Le mercure montre aussi des augmentations, mais ces dernières sont légères et les forts pourcentages d'augmentations résultent plus de la non-détection sur certaines stations en 2018.

La station qui présente le plus de diminution entre 2018 et 2020 est la station SB1 alors que cette dernière présentait de fortes augmentations entre 2016 et 2018.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2020 est difficilement discriminable.



3.3.4 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

La famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques comprend plusieurs molécules dont la structure chimique est constituée de plusieurs noyaux aromatiques ayant en commun plus d'un atome de carbone. Ces molécules constituent une large classe de contaminants qui se différencient entre eux par le nombre de noyaux aromatiques (de deux pour le naphthalène à sept pour le coronène...).

Les HAP présents dans l'environnement résultent de différents processus : la biosynthèse par les organismes vivants, les pertes à partir du transport ou de l'utilisation des carburants fossiles, charbons, pétroles, la pyrolyse des matières organiques à haute température, feux de forêt, combustion des charbons et pétroles. Ce dernier processus constitue la principale voie d'introduction des HAP dans l'environnement et résulte majoritairement des activités anthropiques. Il est bien connu que la combustion des essences est une source importante d'introduction de HAP dans l'atmosphère. Les activités industrielles telles que les usines de production d'aluminium, les raffineries de pétrole ou les rejets urbains contribuent également de manière importante aux apports atmosphériques et aquatiques.

Le comportement des produits pétroliers déversés en mer dépend essentiellement des quatre paramètres : leur volatilité, leur solubilité, leur tendance à former des émulsions et leur aptitude à se dégrader. Ces propriétés dépendent de la composition des produits déversés (proportion d'HAP, taux d' « alkylation » des composés aromatiques, etc.). La contamination de l'eau est à la fois liée à la solubilité du produit pétrolier et à sa fragmentation par les vagues. Cette action mécanique forme des gouttelettes et des boulettes d'hydrocarbures de tailles variées, qui sont ensuite entraînés par les courants. Les hydrocarbures forment également à la surface de l'eau des nappes dans lesquelles s'engluent les oiseaux de mer et les mammifères marins. Les hydrocarbures peuvent enfin interagir avec les matières en suspensions et contaminer ainsi les sédiments.

Leur biodégradabilité dépend de processus complexes mettant en jeu la nature du polluant, la microflore bactérienne, la disponibilité d'éléments nutritifs et les conditions environnementales (O₂, température, pH). Les effets des hydrocarbures sur les communautés sont nombreux.

16 molécules ont été reconnues toxiques pour l'environnement, dont notamment le fluoranthène, anthracène, le pyrène... Certains HAP sont cancérogènes pour l'Homme et toxiques pour la faune marine. Certains sont également très rémanents dans l'environnement.

3.3.4.1 Valeurs de référence

Les concentrations en HAP des sédiments sont comparées aux seuils de référence établis par le guide RLM (IFREMER, 2002) qui présente une grille de seuils environnementaux permettant d'évaluer la qualité de sédiments fins prélevés en Méditerranée. Ces seuils n'ont cependant pas été officiellement validés par les services de l'état :

HAP	États de contamination en mg/kg de matière sèche		
	État 1	État 2	État 3
Benzo(b)fluoranthène	<0,2	0,2 - 0,5	>0,5
Benzo(k)fluoranthène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Indéno(1.2.3-cd)pyrène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Benzo(ghi)pérylène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Benzo(a)pyrène	<0,1	0,1 - 0,5	>0,5
Fluoranthène	<0,04	0,04 - 0,2	>0,2

Tableau 21. États de référence pour les HAP applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)

Certains HAP font l'objet d'une réglementation particulière concernant leur présence dans l'environnement, et en particulier dans les masses d'eau communautaires.

En effet, plusieurs sont mentionnés par l'arrêté du 25 janvier 2010 qui fixe « les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surfaces ».

Certains sont définis comme étant des :

❖ **Substances Prioritaires (SP)**

- L'objectif fixé par la directive européenne est leur **diminution** progressive dans les rejets et les pertes.

❖ **Substances Dangereuses Prioritaires (SDP)**

- L'objectif fixé par la directive européenne est leur **suppression** progressive des rejets et pertes.



3.3.4.2 Résultats 2020

Les figures suivantes présentent les résultats des concentrations en HAP des sédiments en 2020.

Paramètre (µg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref sud
Naphtalène (SP)	8,4	11	51	22	17	27	46	63	120	2,2
Acénaphthylène	18	19	12	43	15	16	10	14	180	2,2
Acénaphthène	19	15	20	28	21	29	15	20	250	2,2
Fluorène	24	16	27	42	33	29	19	26	470	2,2
Phénanthrène	69	55	84	110	65	110	70	96	1100	2,2
Anthracène (SDP)	19	15	20	28	21	29	15	20	250	2,2
Fluoranthène (SP)	63	47	74	80	54	77	62	84	250	2,3
Pyrène	55	39	48	72	41	58	41	59	240	3,2
Benzo(a)anthracène	38	29	64	55	26	59	2,3	70	93	2,2
Chrysène	44	33	39	73	18	71	57	46	130	2,2
Benzo(b)fluoranthène (SDP)	56	42	93	77	50	84	82	100	110	2,2
Benzo(k)fluoranthène (SDP)	28	17	30	40	15	41	24	30	65	2,2
Benzo(a)pyrène (SDP)	44	36	70	69	41	66	58	74	93	2,2
Dibenzo(ah)anthracène	12	10	21	19	11	14	18	23	20	2,2
Benzo(ghi)Pérylène (SDP)	34	25	57	44	39	44	51	60	59	2,2
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène (SDP)	24	19	55	27	30	30	50	56	51	2,2
Somme des 16 HAP	550	420	750	830	490	760	610	830	3800	9

Tableau 22. Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments en 2020. SP : Substance prioritaire de la DCE ; SDP : Substance dangereuse prioritaire de la DCE

D'après l'INERIS, le phénanthrène est présent dans l'huile d'anthracène obtenue par distillation du goudron de houille. Il est recueilli dans le filtrat de résidus d'anthracène cristallisé ou dans la fraction légère de distillation de l'anthracène brut. Il est essentiellement produit lors d'une mauvaise combustion des hydrocarbures, du bois ou du charbon (inserts, foyers fermés faiblement alimentés en air). On l'utilise dans la production de colorants, d'explosifs, de produits pharmaceutiques ; c'est une base utilisée pour synthétiser d'autres produits chimiques (9,10-phénanthrénequinone, acide 2,2 diphénique) dont certains sont, par exemple, utilisés pour la fabrication de conducteurs électriques utilisés dans les batteries et les cellules photovoltaïques. On en trouve aussi dans la fumée de tabac, les échappements de moteur Diesel ou à essence, dans les viandes grillées au charbon de bois (barbecue), dans les huiles moteurs usagées, etc...

Il n'existe pas d'utilisation de fluoranthène en tant que tel. L'ATSDR (1995), indique toutefois qu'il a pu être utilisé par le passé en revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable. Il a été utilisé comme intermédiaire dans

la fabrication de teintures, notamment de teintures fluorescentes et dans la fabrication des huiles diélectriques et comme stabilisant pour les colles époxy. Aujourd'hui l'INERIS ne dispose d'aucune information indiquant que ces usages existent toujours. Selon le Kompass (2005), le fluoranthène n'est pas référencé comme un produit fabriqué ou vendu en France. En revanche, le fluoranthène en tant qu'HAP est présent dans de nombreuses applications. Les HAP sont synthétisées lors de la formation des énergies fossiles (pétrole, charbon) ou bien lors de la combustion incomplète de matières organiques (chauffage au fuel, feux de forêt, etc.). Ils sont donc rejetés dans l'environnement soit à partir de produits dérivés de combustibles fossiles (goudron, coke, créosote, etc.), soit suite à des combustions incomplètes (chauffage, moteur diesel...).

Le benzo[k]fluoranthène est présent dans les combustibles fossiles. Lors de combustions incomplètes, il est rejeté dans l'atmosphère où il est essentiellement présent sous forme particulaire du fait de sa tension de vapeur extrêmement faible. On le trouve également dans la fumée de cigarette, dans les gaz d'échappement d'automobiles, dans les émissions provenant de la combustion de charbons ou d'huiles, dans les huiles moteur et le goudron de charbon. Il peut être libéré dans l'hydrosphère lors du lessivage par la pluie de stocks de charbon.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2020, hormis sur la station S5 qui présente des valeurs plus importantes pour la quasi-totalité des HAP par rapport aux autres stations.

Sur toutes les autres stations, les concentrations sont légèrement plus basse qu'en 2018 et la proportion de chaque congénère dans les échantillons est relativement équivalente. Sur la station S5, les congénères les plus représentés sont le phénanthrène et l'anthracène et le fluorène.

Les stations situées au droit du rejet ne présentent pas, comme en 2018, une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse hormis en phénanthrène.

L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

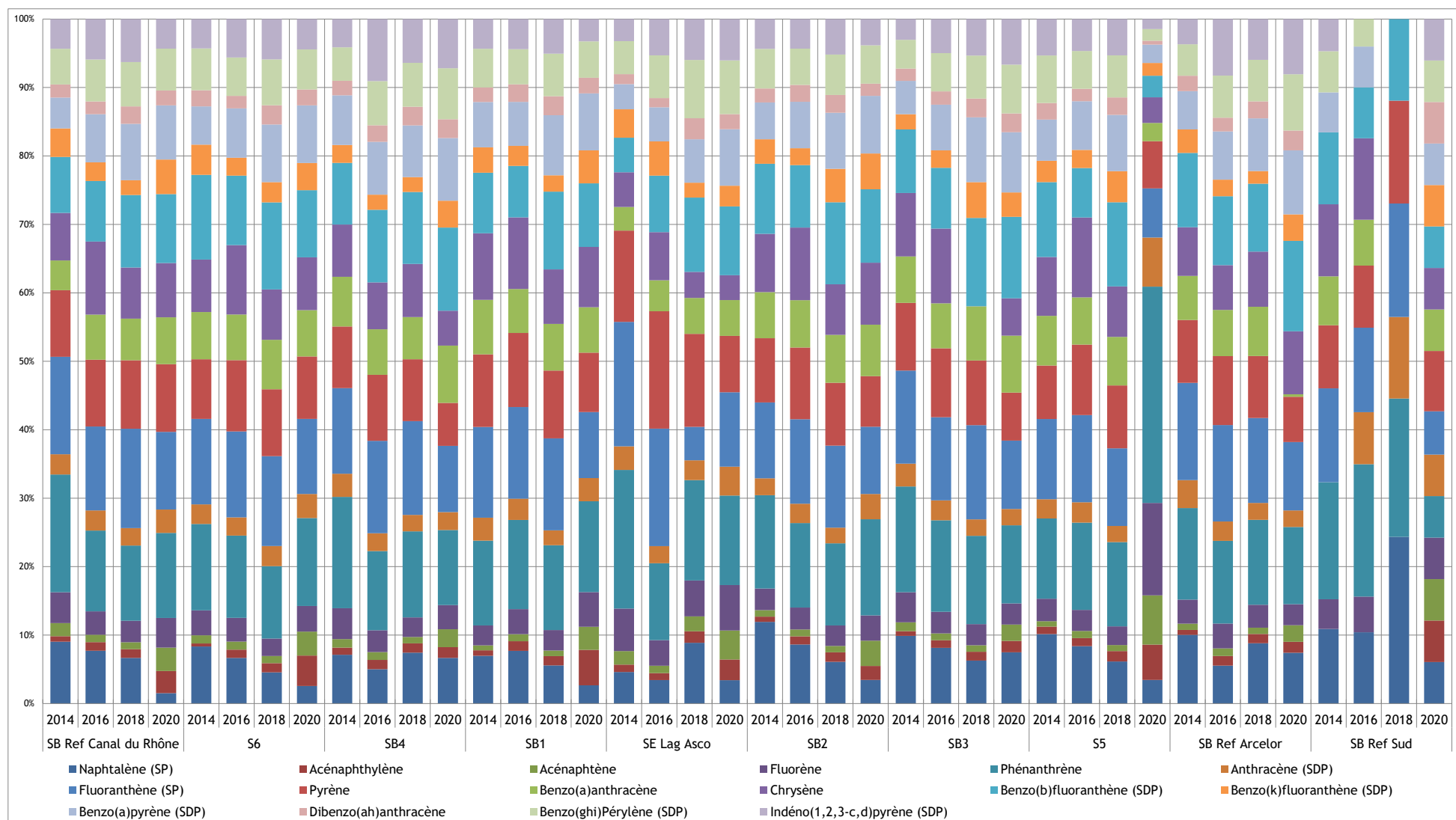


Figure 60. Proportion des 16 HAP réglementaires mesurées dans les sédiments de chaque station entre 2014 et 2020

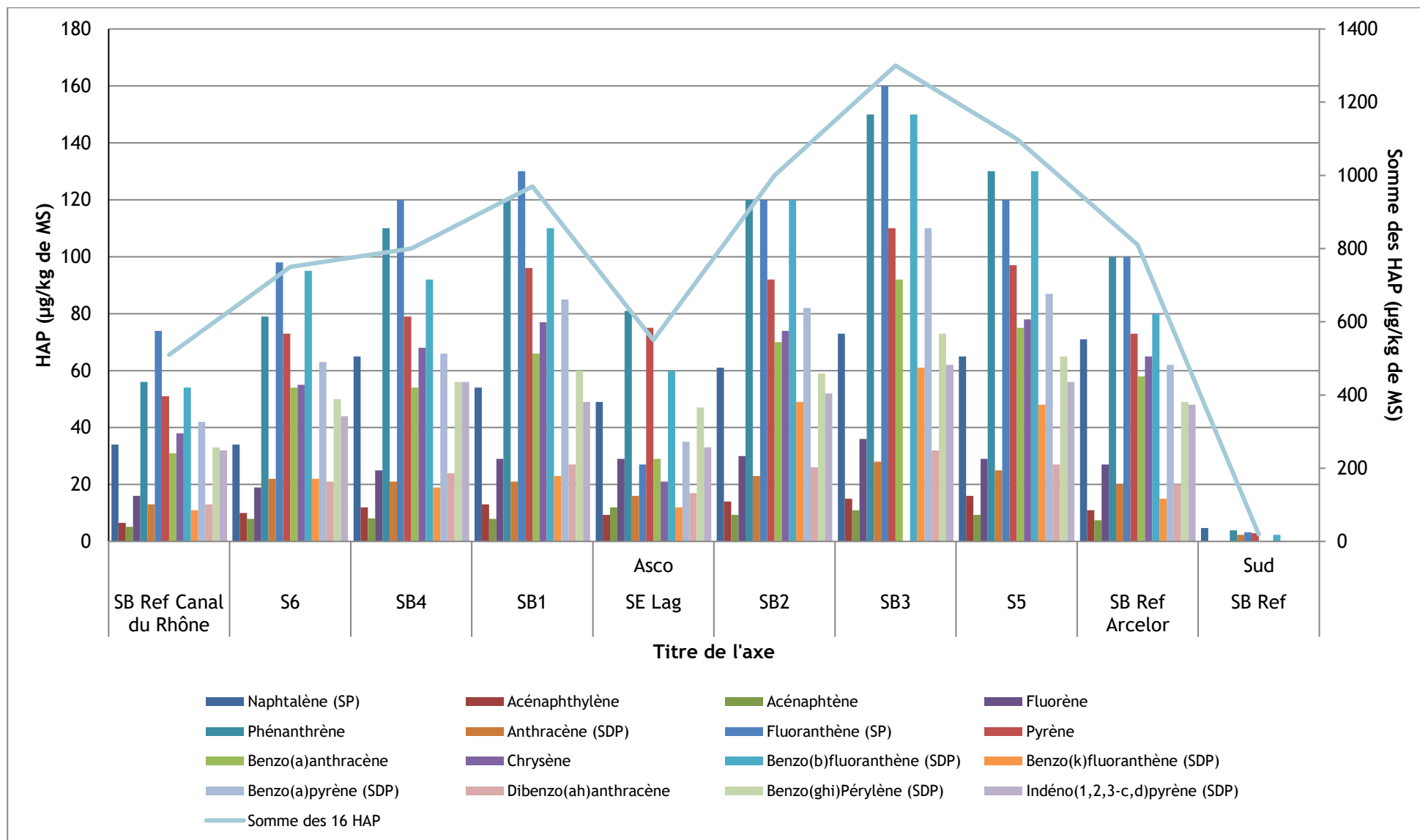


Figure 61. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2018

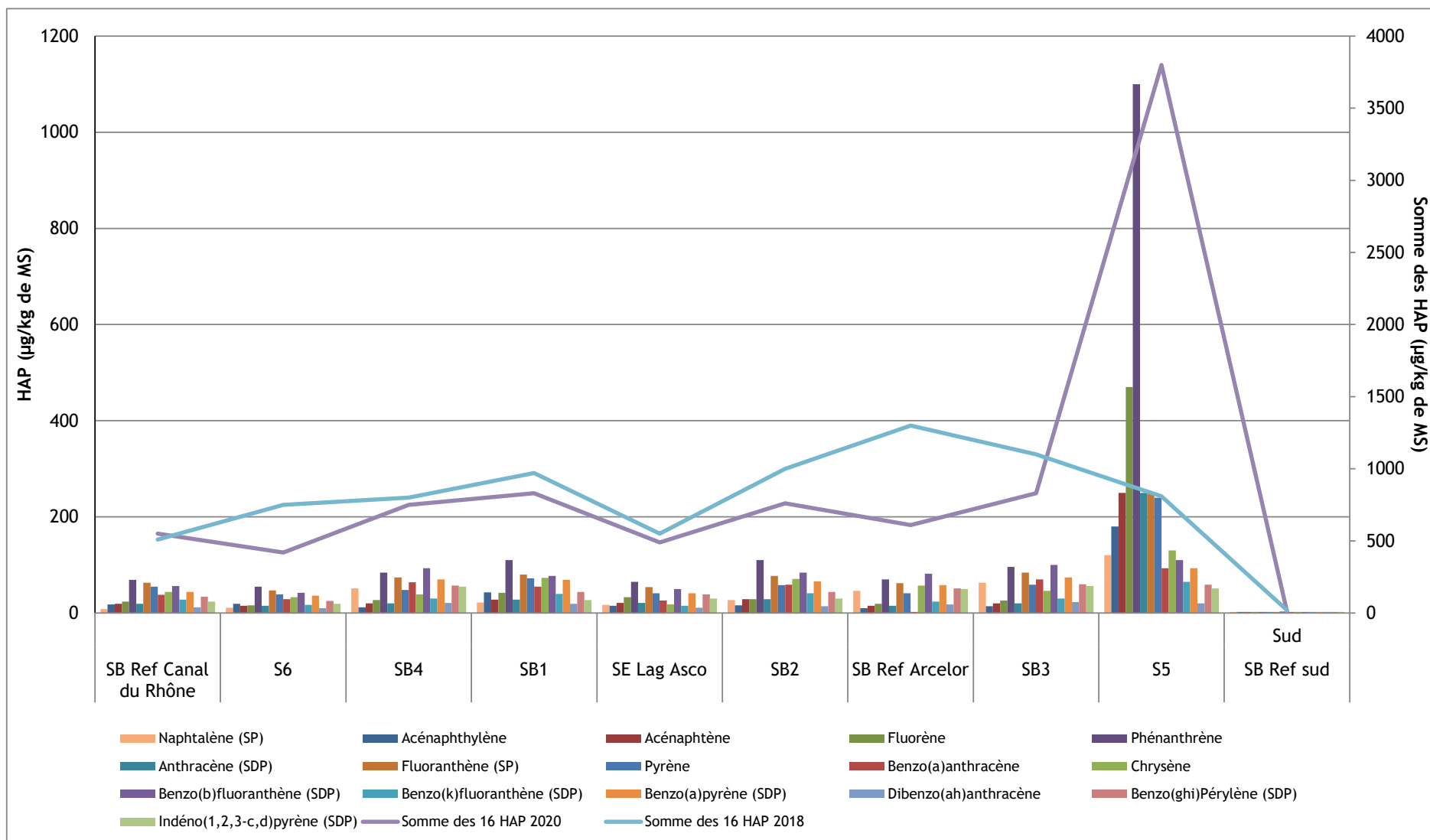


Figure 62. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques en 2020

3.3.4.3 Indice hydrocarbure

Paramètre Indice hydrocarbure (mg/kg de MS)	Unité	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SB2	SB3	S5	SB Ref Arcelor	SB Ref Sud	SE Lag Asco
2020	mg/kg MS	97,9	76,7	191	188	187	141	101	129	8	8960
2018	mg/kg MS	60,4	57,4	92	215	48,7	102	38,4	94,5	8	6680
2016	mg/kg MS	146	127	227	394	172	113	190	111	23,7	8900
2014	mg/kg MS	121	115	153	171	140	128	137	109	19,9	3030
2012	mg/kg MS	132	141	135	237	139	132	133	178	20,5	12900
2010	mg/kg MS	164	134	265	580	226	216	196	239	23,4	5530

Tableau 23. Indice hydrocarbure (HTC C10-C40) mesuré au niveau de la darse entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec)

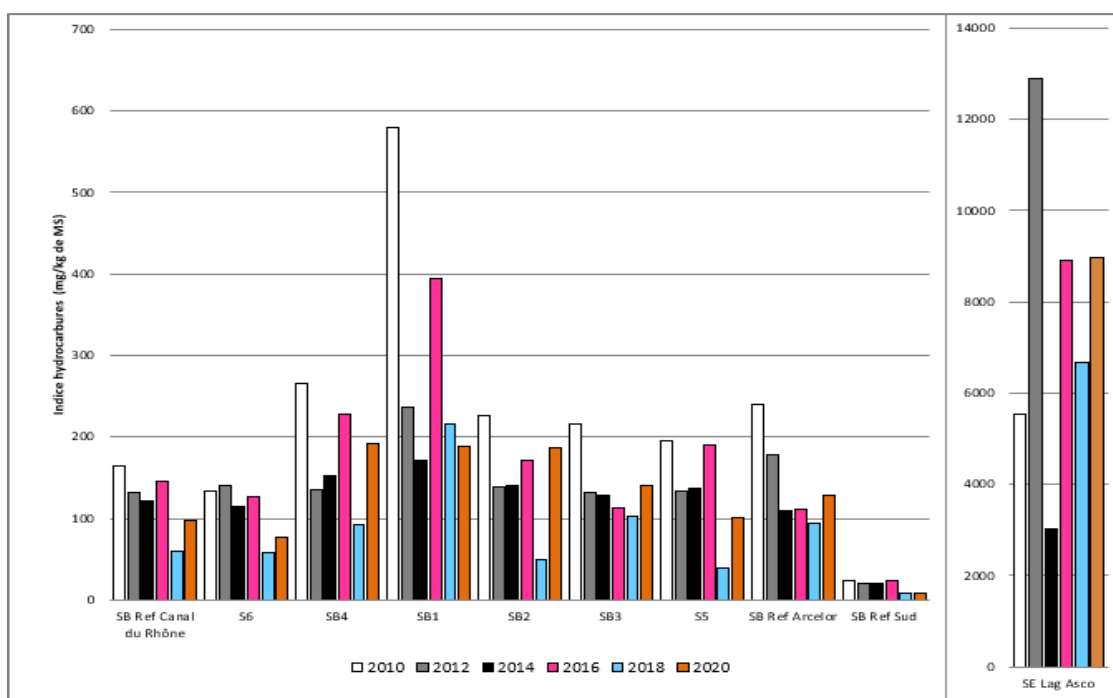


Figure 63. Variation de l'indice hydrocarbure au niveau des stations de mesure entre 2010 et 2020 (Safege, In Vivo, setec)

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2020 montrent une concentration maximale au niveau de la station SB4, SB1 et SB2 située au droit du rejet (comme en 2016 et 2018). L'indice hydrocarbure a bien augmenté sur toutes les stations entre 2018 et 2020 mis à part sur SB1 où une très légère diminution est observée.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAP réglementaires.

Une nette augmentation de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2020. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.



3.3.5 Les Polychlorobiphényles (PCB)

Les PCB sont des composés organochlorés comprenant plus de 200 congénères différents. Ils sont utilisés depuis les années 1930 dans les peintures, les encres, les revêtements muraux, le matériel électrique... Leur rémanence, leur toxicité, et leur faculté de bioaccumulation ont conduit à interdire leur usage en France à partir de 1987. Depuis lors, ils ne subsistent plus que dans des équipements électriques anciens, transformateurs et gros condensateurs. La convention de Stockholm prévoit la disparition totale de ces équipements pour 2025. La présence de résidus de PCB dans l'environnement résulte de leur importante utilisation passée comme fluides diélectriques, pour le calandrage, dans les additifs pour caoutchouc et matières plastiques (réglementation stricte de leur utilisation depuis 1973). En plus des pertes lors des remplissages et retraitements des systèmes clos, les rejets urbains, les décharges de matériel usagé et les activités liées à la récupération des matériaux ferreux sont potentiellement des sources d'apport dans l'environnement.

Ils sont toxiques pour la croissance du phytoplancton et le développement larvaire des vertébrés et des invertébrés marins. Les PCB sont des substances organiques de synthèse qui sont caractérisées par leur très grande stabilité chimique : ceci leur confère une persistance exceptionnelle dans le milieu, et en particulier dans les sédiments où ils sont piégés.

En raison, de leur persistance, de leur caractère bioaccumulable et de leur toxicité, les PCB font partie des contaminants prioritaires. Il n'existe pas de valeur de bruit de fond pour ces contaminants, car ces organochlorés sont exclusivement d'origine anthropique (humaine).

3.3.5.1 Résultats 2020 et comparaison avec les résultats de 2018

En 2020 comme en 2018, toutes les stations présentent des concentrations très faibles en PCB. La plupart sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire (0,001 mg/kg de MS) ou très proche de celle-ci. La station de la lagune présente la valeur la plus élevée avec 0,174 mg/kg de MS (somme de 7 PBC) la valeur était de 0,15 en 2018.

Le rejet n'a pas d'incidence significative sur la concentration en PCB depuis 2014.

3.3.6 Synthèse pour le sédiment

L'analyse de la zone d'étude du point de vue des conditions météorologiques et océanographiques montre que l'année 2020 se différencie de l'année 2018, à Istres, par des pluies généralement moins importantes au printemps 2020 et plus importantes à l'automne 2019. Les précipitations mesurées au cours du mois précédant les prélèvements, en août 2020, ont été quasi nulles. Les pluies survenues dans les 10 jours précédant les prélèvements ont été présentes durant 5 jours et ont peut-être influencé les concentrations de polluants dans les sédiments ou la matière vivante.

Les effets de perturbation des analyses par des apports telluriques sont donc peut-être supérieurs en 2020 par rapport à 2018. Les prélèvements avaient été réalisés en 2018 comme en 2020, lors de période plutôt calme au niveau du vent, plusieurs jours de grand calme ont précédé l'intervention. En 2020 comme en 2018, les fonds n'ont donc pas trop subi de remobilisation en provenant de l'agitation créée par les vents. Ce facteur est cependant à relativiser en raison de la profondeur de la darse. En effet, les vents n'ont pas une grande incidence en profondeur sur les eaux de la darse. Ils peuvent cependant remettre en suspension des couches superficielles de sédiment au niveau des stations les moins profondes.

Concernant les apports externes au milieu, ils peuvent être considérés comme multiples, variés et donc difficiles à discriminer. En effet, la zone d'étude est d'une part située entre le canal du Rhône au nord et le golfe de Fos au sud. Les données issues du SDAGE 2016-2021 en vigueur classent ces masses d'eaux dans la catégorie des « masses d'eau fortement modifiées ». La présence de mercure est attestée dans le golfe de Fos par les relevés de la campagne DCE de 2012 et la masse d'eau « Grand Rhône » à laquelle est reliée la darse 1 via le canal du Rhône, bien que présentant un très bon état hydrologique en 2012, représente un vecteur important de contaminants en provenance du Rhône.

Le sud de la darse peut également être influencé par des entrées maritimes rabattant le panache du grand Rhône vers le fond du golfe. Le nord de la darse semble en revanche être trop enclavé pour être influencés par celles-ci. Les eaux du canal du Rhône influencent donc probablement majoritairement les eaux du nord de la zone d'étude qui peuvent être soumises à une contamination en amont en provenance du Grand Rhône.

Par ailleurs, la darse est l'exutoire d'un autre rejet industriel situé sur la rive opposée de l'usine ASCOMETAL et provenant de l'usine sidérurgique ARCELOR-MITAL. Ce rejet peut contribuer significativement à la contamination de la darse.

Enfin, la darse est un lieu où passent et stationnent de nombreuses embarcations de fret et de transport de passagers. Outre les pollutions provenant des navires (huiles machines, peintures, gaz d'échappement, etc.), les terminaux minéraliers peuvent également contribuer à la contamination du milieu par le biais des déchargements avec la chute occasionnelle de matériaux vers le milieu marin ou le dépotage de carburants.

L'analyse des données de production de l'usine ASCOMETAL montre cependant que celle-ci est sensiblement équivalente d'une année sur l'autre depuis 2010, mais en baisse en 2020, probablement dû à la crise sanitaire. Le mois d'août est consacré à l'entretien des installations. La production est



donc réduite durant ce mois de l'année précédant les prélèvements. Les variations de productions n'ont donc probablement pas d'incidences sur le rejet. En revanche, selon les alliages produits par l'usine, la composition du rejet peut évoluer.

Ainsi, si les flux de métaux les plus importants mesurés en routine dans le rejet depuis 2010 concernent le fer, le zinc, le manganèse et le phosphore, leur proportion peut varier au cours du temps. En 2020, les mesures montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en cadmium en février. Un petit épisode d'augmentation dans les concentrations en métaux est visible, couplé à une augmentation du débit en mars.

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2020 ont montré que la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement équivalentes.

Cependant, comme pour les suivis précédents, il est important de noter la part plus importante de sable caractérisant l'échantillon SB Ref Sud vis-à-vis des autres stations échantillonnées. Cette proportion tendait à diminuer entre 2012 et 2016 et à augmenter en 2018 et 2020. Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), les sédiments des stations ont vu leur proportion de fines plutôt stable entre 2018 et 2020 là où une augmentation avait été constatée entre 2016 et 2018. Les autres prélèvements présentent des taux plutôt stables en particules de diamètre inférieur à 63 µm (léger ensablement sur les stations Ref Canal du Rhône et S6) mis à part la station de référence Lag Asco qui voit sa proportion de sédiments fins réaugmenter considérablement en 2020.

L'ensablement global de la zone proximité du rejet est beaucoup moins visible lors de cette campagne contrairement aux autres suivis.

Une augmentation notable de la part de fine était également observable au nord de la zone au niveau de la station SB Ref Canal du Rhône entre 2014 et 2016. La proportion relevée dans l'échantillon de 2018 dépassait la valeur mesurée en 2012. L'ensablement observé en 2020 est comparable aux données de 2014.

Ces variations peuvent entraîner une évolution de la contamination de la darse liée à la présence de particules fines.

La contamination organique dans la darse est relativement stable depuis 2010. Elle est plus importante au niveau des stations de mesure SB1, SB2, SB3, SB4 et S5 situées en face et autour du rejet et au sud de celui-ci. Une diminution est visible sur la station de la lagune ASCOMETAL entre 2018 et 2020, cependant la valeur du suivi annuel reste élevée.

La contamination générale de la darse en 2014 rendait difficile la discrimination des effets du rejet sur la concentration des composés organiques des sédiments prélevés au cours du suivi. L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la contamination des sédiments situés à sa proximité immédiate (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet de l'usine ASCOMETAL.

Concernant les métaux, les concentrations restent en 2020 relativement équivalentes aux valeurs mesurées en 2018 sur l'ensemble des stations exceptées au droit du rejet sur la station SB1 ; où des fortes valeurs sont encore visibles bien qu'en baisse.

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration entre 2018 et 2020 de certains composants sur les stations S5 et SE Lag Asco.

Le Chrome présente également une légère augmentation sur quelques stations, mais qui ne sont pas situées nécessairement au droit du rejet. Le mercure montre aussi des augmentations, mais ces dernières sont légères et les forts pourcentages d'augmentations résultent plus de la non-détection sur certaines stations en 2018.

La station qui présente le plus de diminution entre 2018 et 2020 est la station SB1 alors que cette dernière présentait de fortes augmentations entre 2016 et 2018.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2020 est difficilement discriminable.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2020, hormis sur la station S5 qui présente des valeurs plus importantes pour la quasi-totalité des HAP par rapport aux autres stations.

Sur toutes les autres stations, les concentrations sont légèrement plus basses qu'en 2018 et la proportion de chaque congénère dans les échantillons est relativement équivalente. Sur la station S5, les congénères les plus représentés sont le phénanthrène et l'anthracène et le fluorène.

Les stations situées au droit du rejet ne présentent pas, comme en 2018, une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse hormis en phénanthrène.

L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2020 montrent une concentration maximale au niveau de la station SB4, SB1 et SB2 située au droit du rejet (comme en 2016 et 2018). L'indice hydrocarbure a bien augmenté sur toutes les stations entre 2018 et 2020 mis à part sur SB1 où une très légère diminution est observée.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAPs réglementaires.

Une nette augmentation de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2020. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.

Aucune contamination et aucun impact du rejet sur la concentration en PCB des sédiments ne sont observés en 2020.



3.4 MATIERE VIVANTE

Les résultats bruts de la matière vivante du laboratoire sont fournis en annexe 02.

3.4.1 Valeurs de référence et ajustement des données

3.4.1.1 Les seuils RINBIO

Les valeurs de référence utilisées pour évaluer la qualité de la matière vivante sont les seuils de qualité définis dans le cadre du réseau RINBIO (2009).

Niveau de contamination		Niveaux de base	Niveaux faibles	Niveaux modérés	Niveaux élevés	Niveaux très élevés
Métaux (mg/kg de MS)	Pb	1,03	2,16	3,29	4,42	>4,42
	Zn	141,93	229,08	316,22	403,37	>403,37
	Cd	0,84	1,26	1,68	2,09	>2,09
	Hg	0,12	0,23	0,34	0,44	>0,44
	Cu	4,67	6,90	9,13	11,36	>11,36
	Ni	0,99	2,00	3,00	4,01	>4,01
	As	22,63	35,85	51,08	66,31	>66,31
	Cr	0,4	0,9	1,4	1,9	>1,9
Contaminants organiques (µg/kg de MS)	S HCHs	0,67	1,17	1,67	2,18	>2,18
	S PCBs	6,7	14,43	22,16	29,9	>29,9
	S 16 HAP	39,85	78,65	117,45	156,25	>156,25

Tableau 24. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour le réseau RINBIO (2009)

Ces limites sont fixées pour l'analyse de moules ayant été immergées sur un site, laissées durant une durée déterminée, puis récupérées pour analyse. Cependant, les moules étudiées au cours de ce suivi ont été récupérées directement sur le site. Les niveaux de contamination mesurés sont donc à relativiser dans le cas où ils seraient supérieurs aux niveaux fixés par le RINBIO.

3.4.1.2 L'indice de condition

Un paramètre supplémentaire est calculé : l'**Indice de Condition** ou IC. Cet indice correspond au ratio entre le poids de chair sec et le poids sec de coquille des échantillons. Il a été calculé en 2014 selon la méthode de Lawrence et Scott (Besse T., 2003) :

$$I.C. = \frac{\text{Poids sec de chair}}{\text{Poids total} - \text{poids de coquille}} \times 1000$$

- ❖ Il renvoie une valeur moyenne de **106** sur le littoral français.
- ❖ Un indice de **80** correspond à un produit maigre, de qualité médiocre.
- ❖ L'optimum est atteint pour un indice supérieur à **120**.

Il constitue un indicateur fiable de l'état physiologique des individus étudiés et permet ainsi de relativiser la contamination mesurée entre secteurs de trophismes différents.

3.4.1.3 Comparaison avec les seuils de la DCE

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) pour les 41 substances prioritaires retenues par la DCE sont définies dans la directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008. Elles sont utilisées pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau. Ces NQE étant exprimées en concentration dans l'eau, il convient de convertir les résultats obtenus dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau. La méthode utilisée dans le cadre de ce rapport est décrite dans le bulletin Ifremer RNO 2006 (Claisse 2006). Elle permet de convertir les concentrations dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau avec l'utilisation d'un facteur de bioconcentration (BCF) :

$$C_{mollusque} = C_{eau} \times BCF_{mollusque}$$

Et donc :

$$C_{eau} = C_{mollusque} / BCF_{mollusque}$$

Avec :

- ❖ C_{eau} : la concentration dans l'eau (µg/L)
- ❖ $C_{mollusque}$: la concentration dans le mollusque considéré (µg/kg de poids humide)
- ❖ BCF : le facteur de bioconcentration

La conversion du résultat obtenu en poids humide est faite en multipliant la mesure réalisée en poids sec de chair par le rapport entre le poids humide de chair et le poids sec de chair mesuré pour chaque échantillon.

De plus, la directive fille 2008/105/CE donne des valeurs de NQE pour le biote. Cela concerne le mercure, l'hexachlorobenzène et l'hexachlorobutadiène. Les résultats obtenus dans les moules pour le mercure seront donc directement comparés à cette NQE biote.

3.4.1.4 Les données du ROCCH

Le principal outil de connaissance des niveaux de contamination chimique de notre littoral était constitué par le suivi RNO mené depuis 1979 qui est devenu le ROCCH à partir de 2008. Jusqu'en 2007 inclus, le RNO observatoire de l'environnement, mesurait les métaux (Ag, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), les hydrocarbures polyaromatiques (HAP), les PCB, le lindane et les résidus de DDT. Depuis la mise en œuvre de la DCE, la surveillance environnementale de la contamination chimique est décentralisée auprès des agences de l'eau et porte sur la colonne d'eau. La surveillance chimique coordonnée et réalisée par l'Ifremer ne concerne plus que les 3 métaux réglementés au titre de la surveillance sanitaire (Cd, Hg et Pb). Les données de concentration en Cd, Hg et Pb mesurées en 2018 par setec sont donc comparées aux valeurs mesurées en 2015 par le ROCCH au niveau des points :

- ❖ 109-P-020 : Pointe Saint-Gervais (point 020) ;
- ❖ 109-P-027 : Anse de Carteau 2 (point 027).

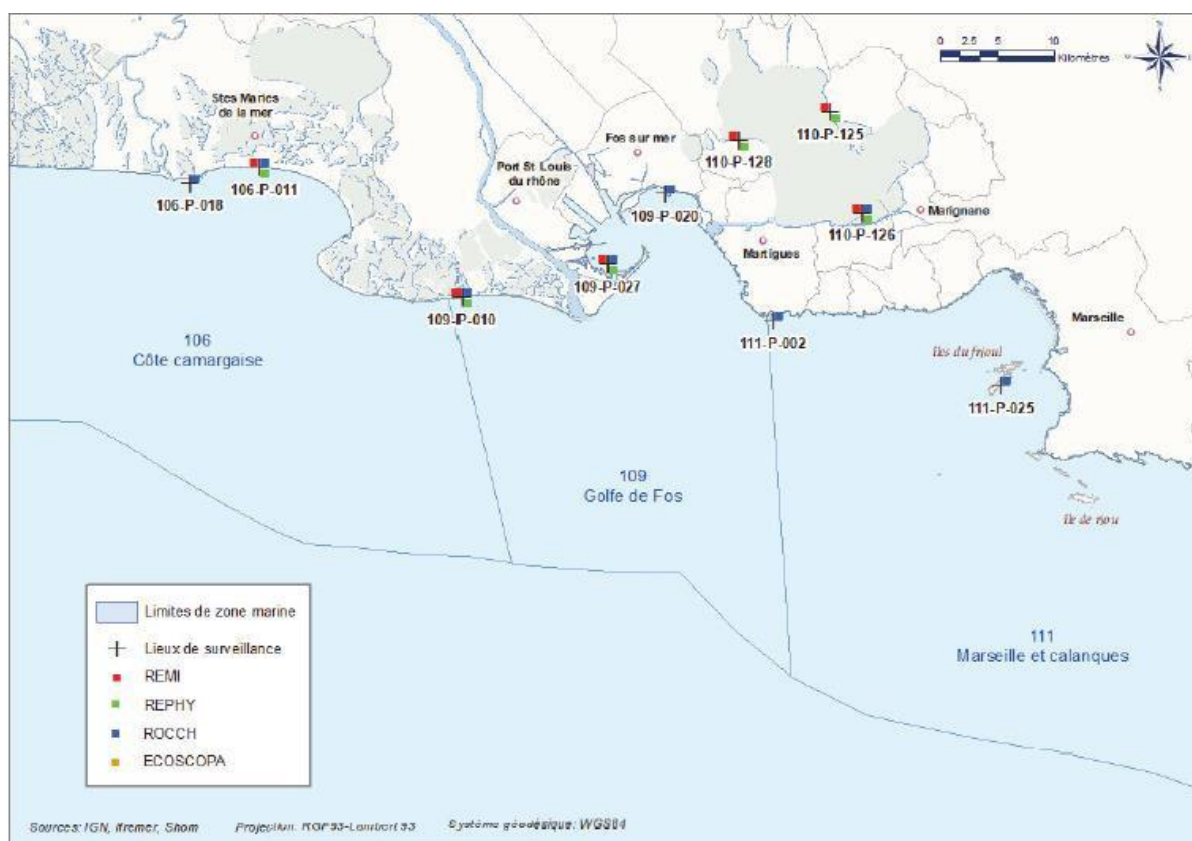
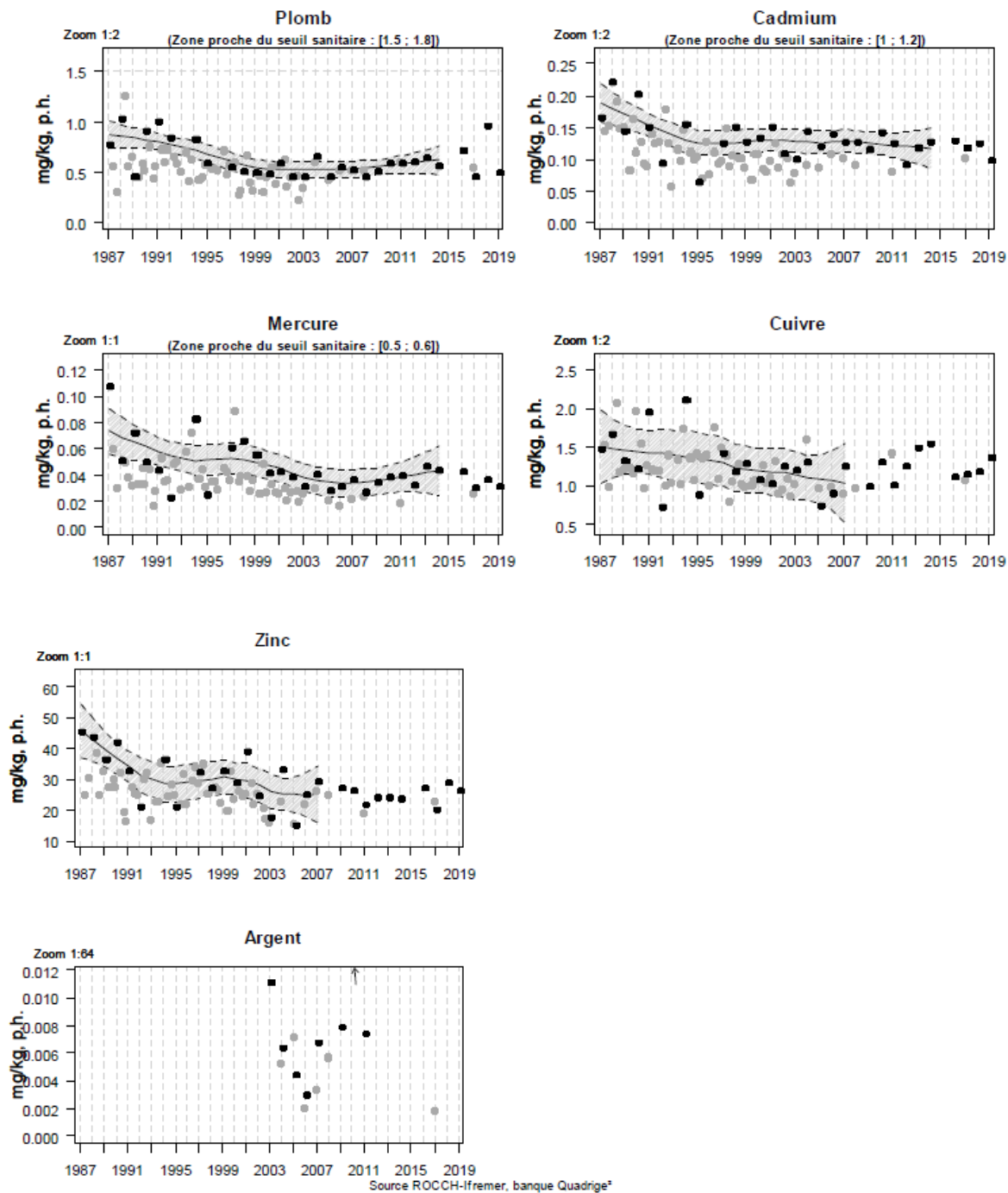


Figure 64. Localisation des points de contrôle des réseaux de suivi de l'IFREMER en 2019 (IFREMER, 2020)

Résultats ROCCH
109-P-020 Golfe de Fos / Pointe St Gervais - Moule





Résultats ROCCH
109-P-020 Golfe de Fos / Pointe St Gervais - Moule

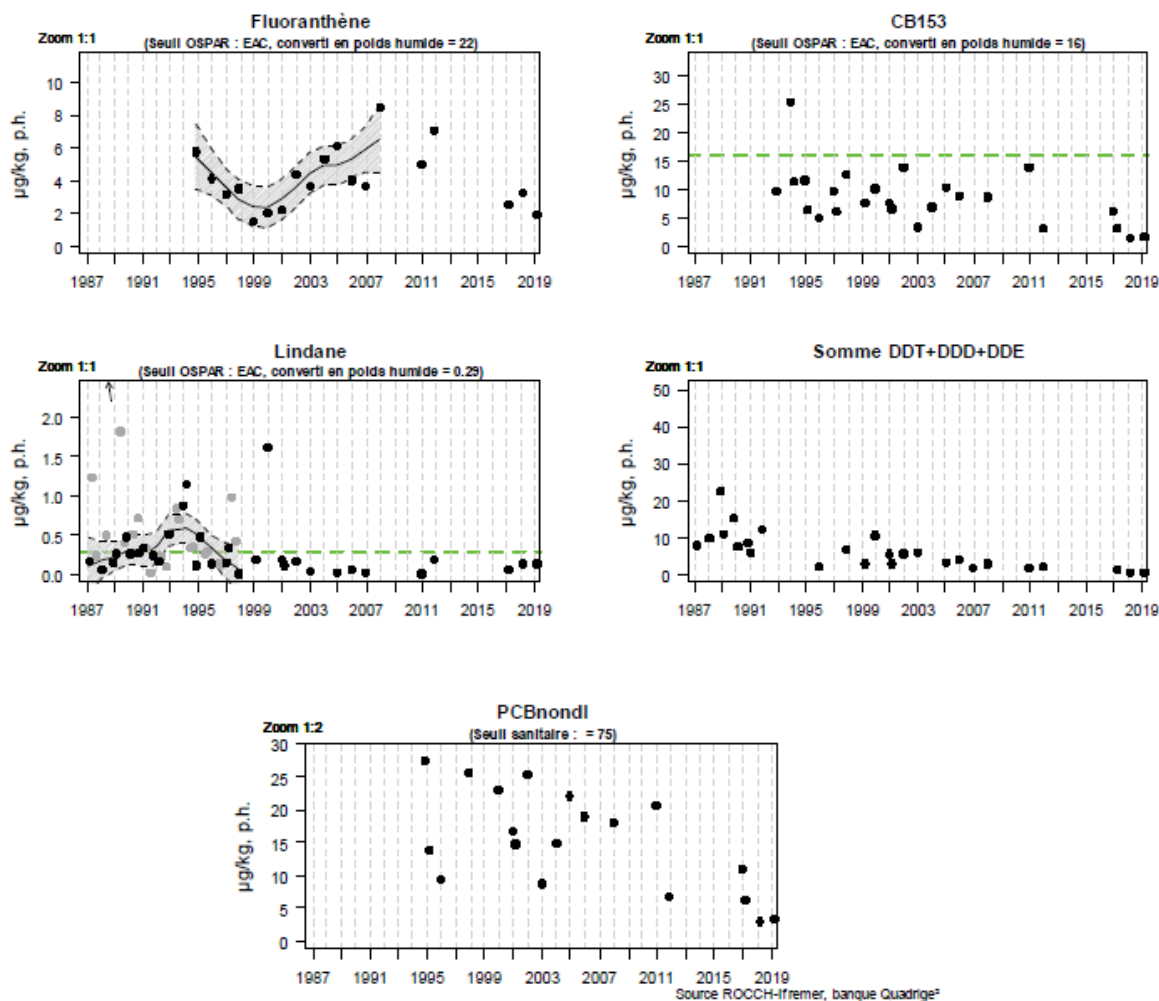


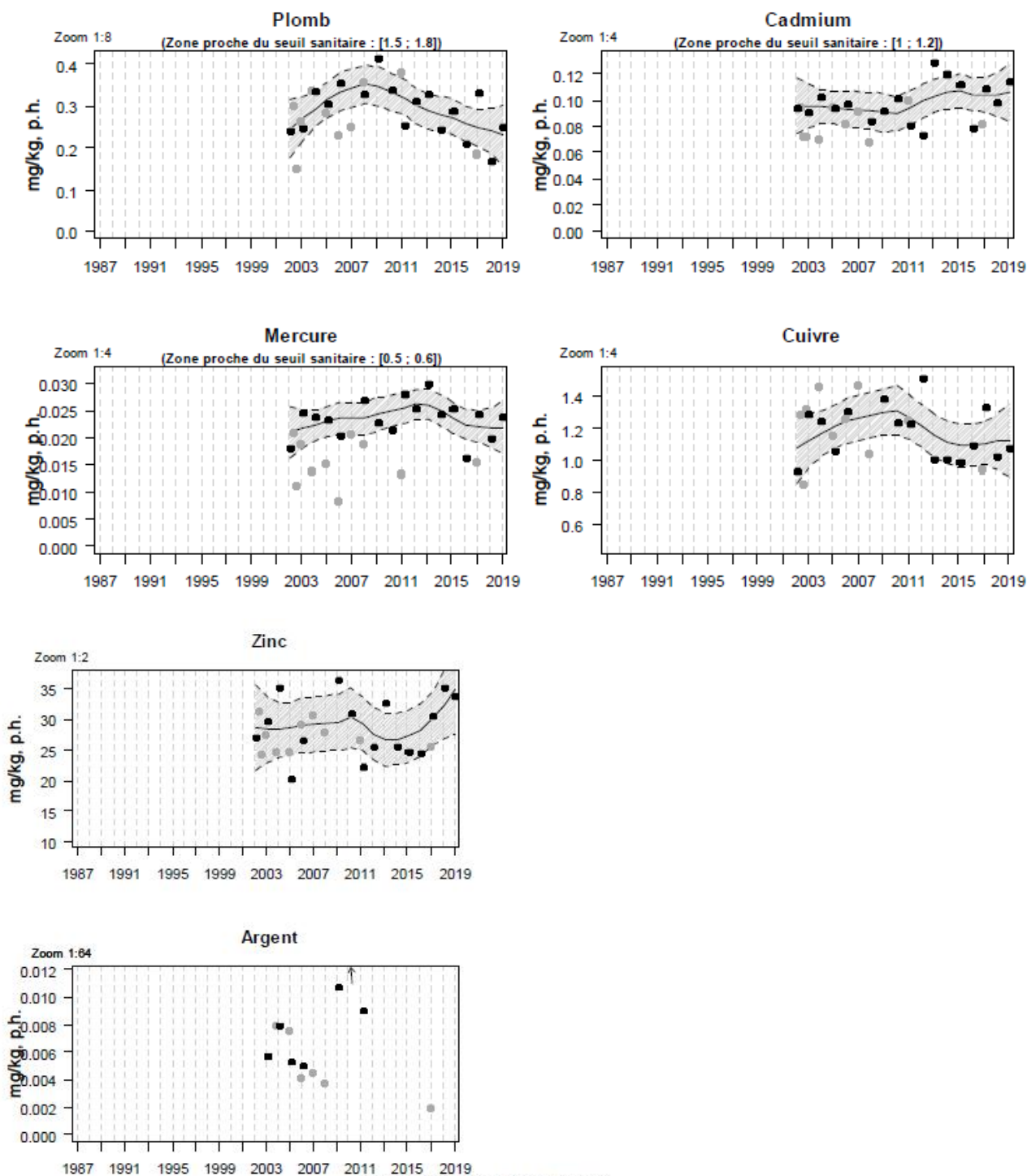
Figure 65. Résultats 2019 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 020 (Ifremer, 2020)

« Ce point, situé dans le Golfe de Fos, présente une concentration en plomb, parmi les plus fortes au plan national (cf. 7.4.11. Comparaison avec les médianes nationales). Elle est 2,3 fois plus élevée que la médiane nationale qui est de 0,26 mg/kg de poids humide. Toutefois, elle reste inférieure au seuil européen de qualité sanitaire des produits alimentaires fixé à 1,5 mg/kg de poids humide [règlement (CE) n° 1881/2006 modifié par le règlement (CE) n° 1259/2011].

Le mercure est également un métal que l'on trouve à une concentration élevée. Nous observons une valeur 1,3 fois au-dessus de la médiane nationale (0,026 mg/kg p.h., cf. 7.4.11. Comparaison avec les médianes nationales). Ici aussi la concentration obtenue est inférieure au seuil européen de qualité sanitaire des produits alimentaires fixé à 0,5 mg/kg de poids humide [règlement (CE) n° 1881/2006 modifié par le règlement (CE) n° 1259/2011].

Le zinc est également retrouvé à une concentration 1,8 fois plus élevée que la médiane nationale (21,2 mg/kg p.h.). La valeur de la somme des DDX mesurée sur ce point est 1,2 fois supérieure à la médiane nationale (0,66 µg/kg p.h.). Les concentrations des autres métaux et composés organiques semblent stables et du même ordre que les médianes nationales » (Sources : Ifremer 2020).

Résultats ROCCH 109-P-027 Golfe de Fos / Anse de Carteau 2 - Moule



Source ROCCH-Ifremer, banque Quadrige²



Résultats ROCCH
109-P-027 Golfe de Fos / Anse de Carteau 2 - Moule

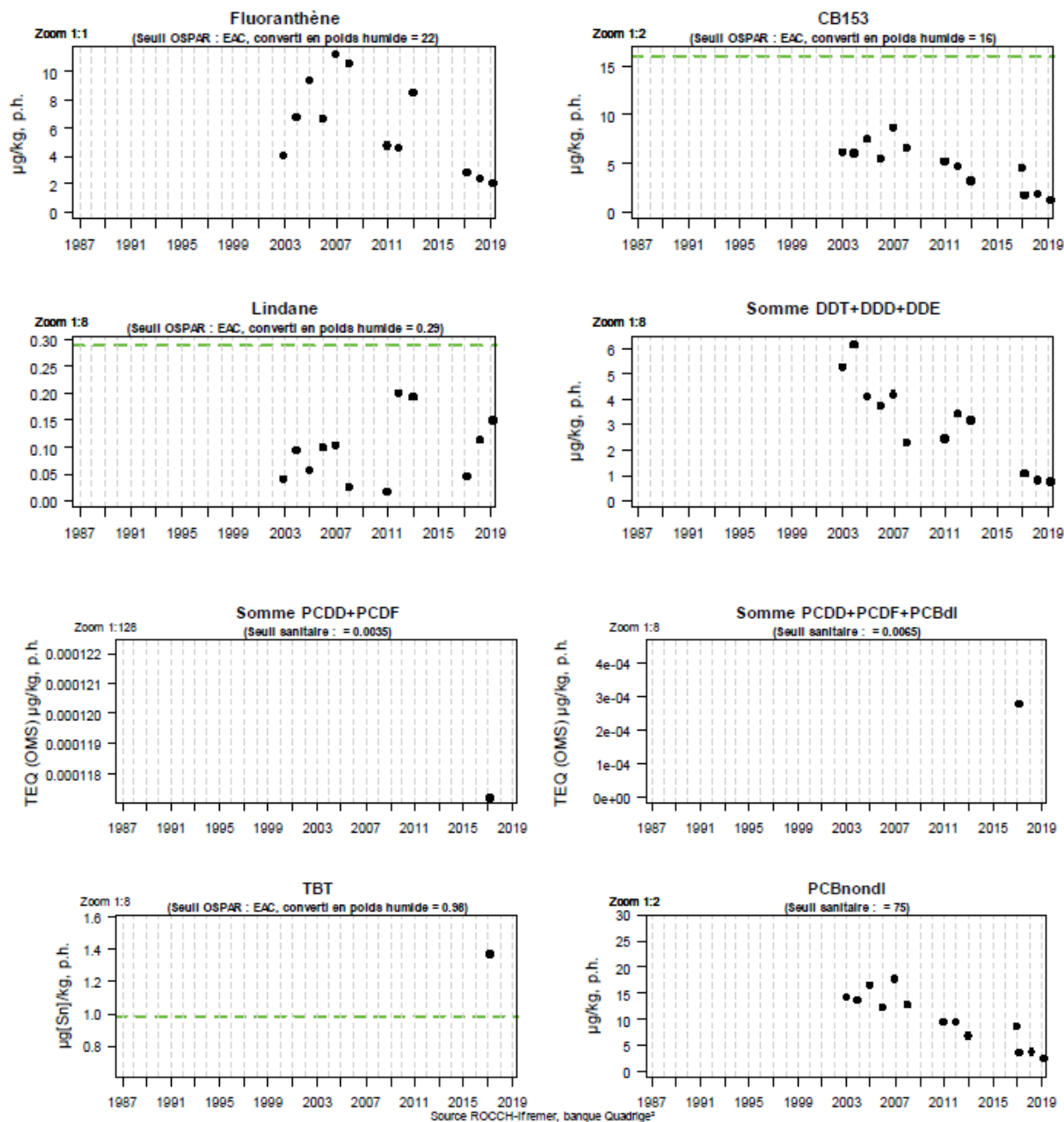


Figure 66. Résultats 2019 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 027 (Ifremer, 2020)

« Les concentrations en métaux sur ce site sont en-dessous des médianes nationales, excepté pour le zinc (21,2 g/kg p.h) où elle est légèrement au-dessus (1,5 fois).

La concentration en TBT n'a pas été mesurée en 2019. La somme des DDX obtenues en 2019 est 1,2 fois plus élevée que la médiane nationale (0,66 $\mu\text{g/kg p.h.}$). Pour les autres composés organiques et métalliques, les concentrations sont en-dessous de la médiane nationale et les tendances semblent légèrement à la baisse ou stable sur ces 10 dernières années » (sources : Ifremer 2020).

3.4.2 Indice de condition

Les indices de condition mesurés sur les moules au niveau des stations de mesures en 2014, 2016 et 2020 sont présentés par la figure suivante :

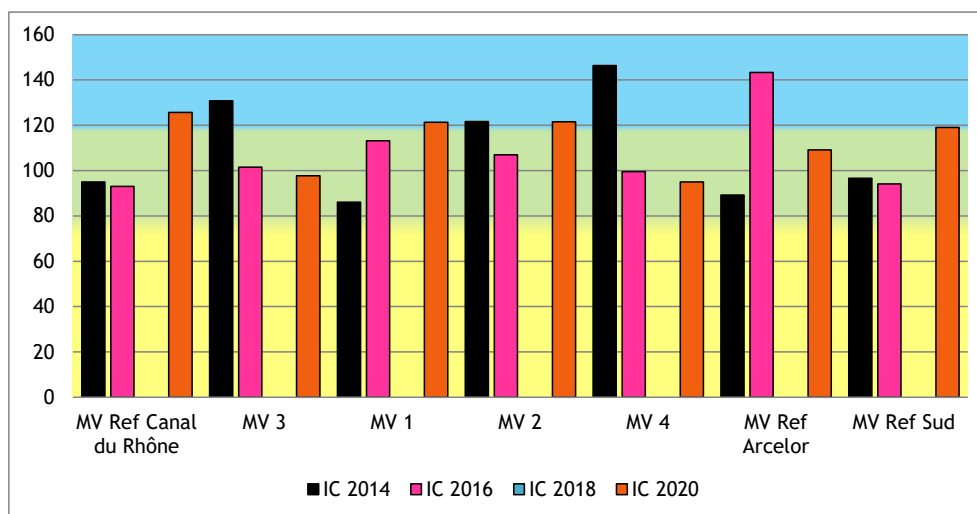


Figure 67 : Indice de condition des moules entre 2014, 2016 et 2020 selon la méthode Lawrence et Scott

Les valeurs moyennes sur chacune des stations de suivi correspondent, dans l'ensemble, aux valeurs trouvées lors des suivis de 2014 et 2016. Ces valeurs varient entre 95 (station MV4) à 125 (station MV Ref canal du Rhône). Toutes les valeurs sont classées dans la moyenne du référentiel.

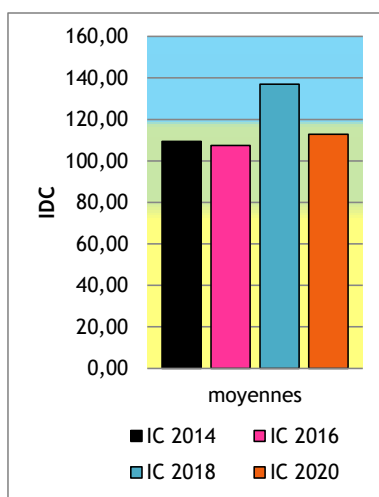


Figure 68. Indice de condition moyen des moules entre 2014 et 2020 selon la méthode Lawrence et Scott. En bleu : produit de taille optimale ; en vert : produit de taille normale ; en jaune : produit maigre

L'indice de condition n'avait pas pu être effectué pour chacune des stations en 2018, seule une présentation d'une valeur moyenne était pertinente. Ce résultat montrait une valeur plus importante pour l'année 2018. En effet, les moules prélevées sur l'ensemble des stations mesuraient environ 137 cm en 2018 contre 107 en 2016 et 109 cm en 2014. La valeur moyenne trouvée en 2020, se rapproche des suivis de 2014 et 2016 avec une valeur de 113 pour l'ensemble des stations.



3.4.3 Métaux traces

3.4.3.1 Résultats 2020

Les concentrations en métaux traces dans les échantillons de moules prélevés en 2020 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Il s'agit des données brutes non ajustées par l'indice de condition. Les variables utilisées dans les formules d'ajustement sont issues des courbes de régression linéaire mettant en relation les concentrations des différents contaminants et les indices de condition relevés sur l'ensemble de la façade maritime.

Les formules d'ajustement disponibles sont issues de la campagne RINBIO de 2009. Ces données datant de plusieurs années, il ne paraît pas judicieux de les appliquer aux valeurs mesurées au cours du suivi.

Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône	MV3	MV2	MV1	MV4	MV Ref Arcélor	MV Ref Sud
Aluminium	22,85	11,81	19,25	10,65	20,93	22,68	35,40
Arsenic	1,69	2,43	2,03	2,20	2,23	1,96	1,80
Cadmium	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
Chrome	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
Cuivre	1,06	0,69	0,81	0,76	0,73	0,90	0,78
Etain	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667
Fer	48,35	29,67	44,61	27,26	39,44	53,33	73,43
Manganèse	3,38	2,54	3,04	3,15	5,37	3,66	3,63
Mercuré	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nickel	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
Plomb	0,10	0,12	0,22	0,19	0,14	0,15	0,27
Zinc	16,64	22,61	42,20	28,94	23,18	19,39	16,89

Tableau 25. Concentrations métalliques dans les moules en 2020 classées selon les seuils RINBIO 2009

Selon les seuils définis par le RINBIO en 2009 (Ifremer), les moules prélevées dans la zone d'étude en 2020 présentent des concentrations relativement faibles en métaux. Contrairement aux mesures effectuées sur les sédiments, celles faites sur les moules ne montrent pas de contamination au droit du rejet.

3.4.3.2 Comparaison avec les suivis précédents

Les concentrations en métaux traces dans les échantillons de moules prélevés depuis 2010 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le code couleur correspondant aux seuils RINBIO 2009 y est appliqué.



Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône						MV3					
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Aluminium	11	11	525	86,3	48	22,85	24	12	240	65,4	63	11,81
Arsenic	9	1,9	7,6	10,4	2,4	1,69	2,2	2,3	8,7	10,3	2,6	2,43
Cadmium	1,4	0,06	0,24	0,38	0,07	0,05	0,21	0,05	0,22	0,27	0,08	0,05
Chrome	0,81	<0,5	1,05	<1	0,14	<0,333	4,1	<0,5	0,79	<1	0,36	<0,333
Cuivre	1,6	1,1	4,5	4,4	0,9	1,06	3,3	0,92	3,9	3,7	0,8	0,69
Etain	<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667
Fer	1,2	38	400	253	38	48,35	3,7	36	240	181	54	29,67
Manganèse	<0,5	3,1	11	12,6	2,5	3,38	<0,5	2,7	8,1	13,5	5,7	2,54
Mercure	0,046	0,01	0,05	0,05	<0,005 *	<0,02	0,048	<0,01	0,04	0,04	0,007	<0,02
Nickel	1	<0,5	1,03	<1	0,2	<0,333	1,3	<0,5	0,96	<1	0,2	<0,333
Plomb	0,47	<0,5	0,67	<1	0,09	0,10	0,96	0,58	0,63	<1	0,17	0,12
Zinc	1,7	19	100	97,7	19	16,64	5	35	130	120	27	22,61

Métaux (mg/kg de MS)	MV2						MV1					
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Aluminium	16	15	176	61,3	61	19,25	760	12	358	76,3	88	10,65
Arsenic	12	1,9	8	10,9	3,1	2,03	15	2	8,8	10,3	2,6	2,20
Cadmium	0,28	<0,05	0,18	0,24	0,1	0,04	0,28	<0,05	0,24	0,21	0,07	0,04
Chrome	2,2	<0,5	0,88	<1	0,29	<0,333	18	<0,5	1,46	1	0,37	<0,333
Cuivre	3,5	0,82	3,6	3,7	0,9	0,81	7,8	0,99	5	4,2	0,9	0,76
Etain	0,24	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	0,14	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667
Fer	5,4	47	220	180	51	44,61	720	62	340	223	81	27,26
Manganèse	<0,5	2,8	9,3	21,6	10	3,04	40,9	6,4	11	12,5	7,9	3,15
Mercure	0,06	<0,01	0,05	0,04	0,008	<0,02	0,045	<0,01	0,06	0,04	<0,005 *	<0,02
Nickel	1,7	<0,5	0,96	<1	<0,1 *	<0,333	3,1	<0,5	1,39	1,06	0,2	<0,333
Plomb	3,6	1,7	1,13	2,25	0,39	0,22	1,4	1,7	3,09	3	0,37	0,19
Zinc	8,5	57	140	163	44	42,20	150	45	160	164	29	28,94

Métaux (mg/kg de MS)	MV4						MV Ref Arcélor					
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Aluminium	15	3,2	118	72,9	79	20,93	31	13	183	81,8	75	22,68
Arsenic	10	2,5	8,3	10	2,3	2,23	12	2,5	9	11	2,5	1,96
Cadmium	0,21	0,05	0,18	0,27	0,09	0,05	0,24	0,08	0,26	0,25	0,07	0,04
Chrome	1,1	<0,5	0,94	<1	0,33	<0,333	1,4	<0,5	0,75	1,12	0,32	<0,333
Cuivre	3,4	0,72	2,9	3,7	0,8	0,73	3,1	0,8	3,6	3,9	0,7	0,90
Etain	<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667
Fer	2,5	20	150	181	61	39,44	4,9	57	260	210	66	53,33
Manganèse	<0,5	2,2	6,7	13,5	6,8	5,37	<0,5	2,7	8,1	10,5	2,7	3,66
Mercure	0,047	0,01	0,04	0,04	0,009	<0,02	0,062	0,01	0,07	0,06	0,009	<0,02
Nickel	1	<0,5	0,55	<1	0,2	<0,333	1,6	<0,5	0,89	<1	0,2	<0,333
Plomb	0,98	0,85	0,52	<1	0,23	0,14	0,91	<0,5	1	<1	0,18	0,15
Zinc	5	48	98	120	24	23,18	4,9	33	150	132	24	19,39

Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Sud					
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Aluminium	3800	22	266	109	120	35,40
Arsenic	15	2,6	8	10,8	3,1	1,80
Cadmium	0,5	0,1	0,22	0,36	0,09	0,05
Chrome	19	<0,5	0,87	1,12	0,36	<0,333
Cuivre	6,5	0,89	2,8	4	1,1	0,78
Etain	0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667
Fer	5600	73	280	301	94	73,43
Manganèse	109	3,1	8,2	12,6	4,8	3,63
Mercure	0,072	0,01	0,05	0,05	<0,005 *	<0,02
Nickel	13	<0,5	0,72	<1	0,3	<0,333
Plomb	3	0,53	1,23	1,68	0,28	0,27
Zinc	120	48	130	118	25	16,89

Tableau 26 : Concentrations métalliques dans les moules de 2010 à 2020



3.4.3.2.1. Aluminium

En 2020, les concentrations sont plus basses que les valeurs de 2018 sur l'ensemble des stations. Les valeurs sont très proches les unes des autres sur toute la zone d'étude. Les stations présentant les valeurs les plus élevées sont MV Ref Sud (36 mg/kg de MS) et MV Ref Canal du Rhône (88 mg/kg de MS).

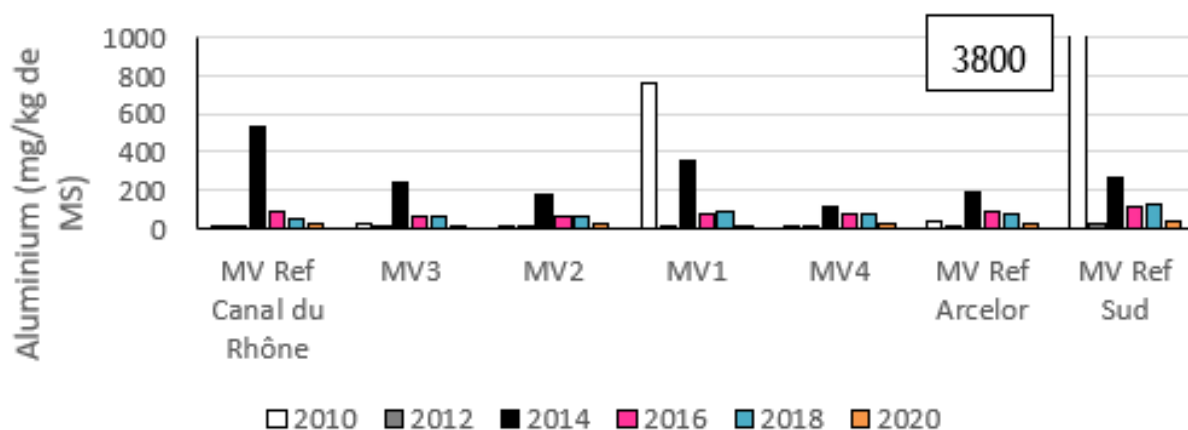


Figure 69. Concentration en aluminium dans les moules de 2010 à 2020 (Safège, In Vivo, setec)

Les concentrations en aluminium mesurées dans les moules prélevées en sortie de rejet ne sont pas significativement différentes de celles mesurées au niveau des autres stations de la darse. Le rejet n'a pas d'effet significatif en 2020 sur la contamination en aluminium des moules.

3.4.3.2.2. Arsenic

Les concentrations en Arsenic ont largement augmenté entre 2012 et 2014. En 2016, une augmentation était également mesurée sur l'ensemble des stations. En 2018 c'est au contraire une forte diminution qui était constatée sur toutes les stations. En 2020, les valeurs sont proches des résultats de 2018.

Les concentrations mesurées sont relativement équivalentes et sont comprises entre **1,7 et 2,4 mg/kg de MS**.

Toutes les valeurs sont inférieures au niveau de base RINBIO 2009.

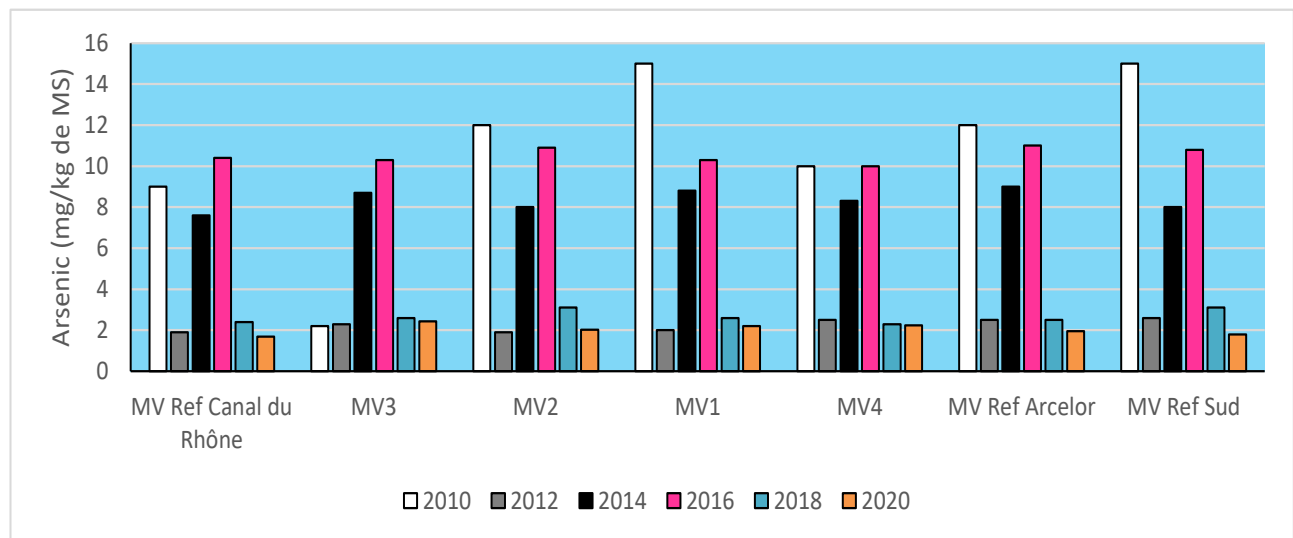


Figure 70. Concentration en arsenic dans les moules de 2010 à 2020 (Safège, In Vivo, setec)

Les concentrations d'arsenic dans les moules avaient fortement diminué sur l'ensemble des stations entre 2016 et 2018, cette tendance se constate une nouvelle fois entre 2018 et 2020 elles sont inférieures au seuil le plus bas du référentiel RINBIO de 2009.

Les stations MV1 et MV2, situées à la sortie du rejet, ne se démarquant pas des autres par des concentrations plus élevées. Le rejet ASCOMETAL ne doit pas être la seule source potentielle de la contamination en arsenic.



3.4.3.2.3. Cadmium

Les concentrations en cadmium mesurées dans les moules en 2020 sont comprises entre **0,035 et 0,049 mg/kg de MS**. Elles ont diminué sur toutes les stations et les valeurs sont proches les unes des autres. Elles sont plus faibles que les valeurs de 2018.

Toutes les valeurs sont inférieures au niveau de base RINBIO 2009.

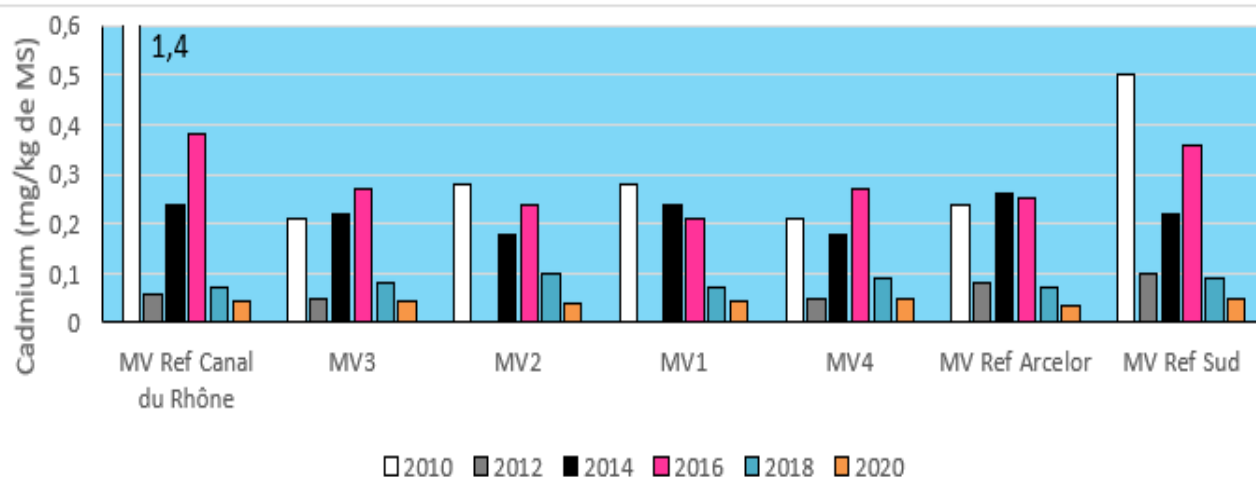


Figure 71. Concentration en cadmium dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

Les valeurs de cadmium mesurées en 2020 sont relativement faibles.

Une forte diminution était à noter en 2018 avec les valeurs de 2016. Cependant, les mesures effectuées sur les sédiments montrent la présence de cet élément en concentration plus élevée en sortie de rejet notamment en station SB1.

Dans ce contexte, l'influence du rejet sur la contamination en cadmium des moules ne semble pas significative, c'est-à-dire en termes de pollution lente et diffuse. L'ensemble de la zone d'étude apparaît contaminé à des niveaux relativement équivalents.

3.4.3.2.4. Chrome

En 2012, les concentrations en Chrome étaient toutes inférieures à la limite de quantification **<0,5 mg/kg de MS**. Les valeurs mesurées en 2014 étaient plus élevées sur toutes les stations et comportant une valeur maximale au droit du rejet (station MV1). En 2016, trois stations présentaient des niveaux de concentration en chrome supérieurs à la limite de quantification : MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud.

En 2018, le chrome avait été détecté sur toutes les stations, mais en concentrations plus faibles que les années précédentes.

En 2020, les concentrations sont de nouveau en dessous des limites de quantification de **<0,333 mg/kg de MS**.

Leurs contaminations sont définies comme des niveaux de base selon la grille de lecture du RINBIO 2009.

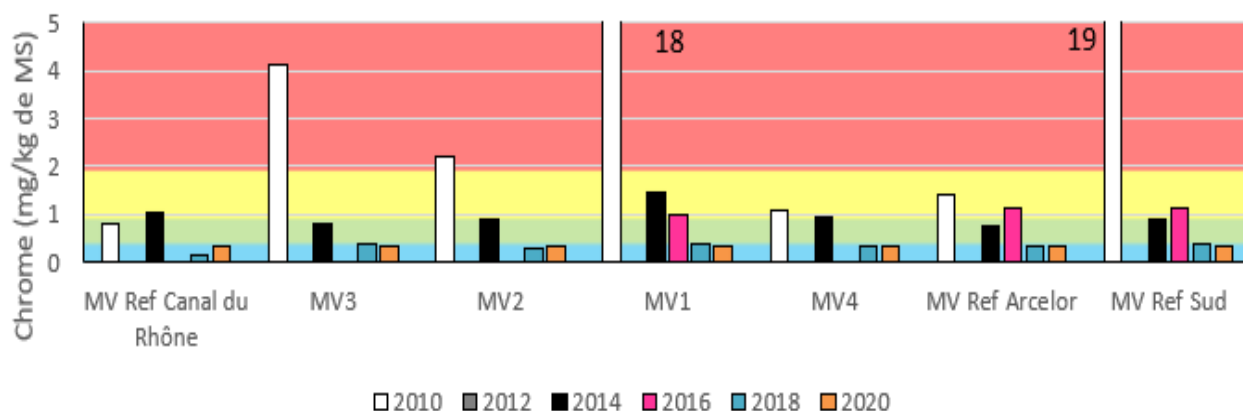


Figure 72. Concentration en chrome dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

Les moules présentant une infime concentration en chrome décelable par les analyses sont situées au niveau de toutes les stations. Les rejets et la proximité du golfe de Fos peuvent expliquer les résultats obtenus en 2020, mais le niveau de contamination des moules récoltées en sortie de rejet a diminué entre 2014 et 2020.

Les analyses menées sur les sédiments indiquent cependant une contamination en chrome au droit du rejet.

Comme pour les éléments précédents, les concentrations différentes retrouvées dans le sédiment et les moules peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des bio-indicateurs et mettent en évidence des pollutions plutôt chroniques ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode ponctuel de pollution.



3.4.3.2.5. Cuivre

Les concentrations en Cuivre mesurées en 2020 sont relativement équivalentes aux valeurs de 2012 et 2018, et bien inférieures aux valeurs de 2010, 2014 et 2016.

Les concentrations sont comprises entre **0,7 et 1,05 mg/kg de MS**. Ces valeurs sont inférieures au niveau de contamination de « base » selon le référentiel RINBIO de 2009.

La contamination des moules en cuivre a globalement diminué entre 2018 et 2020, les stations MV Ref Canal du Rhône et MV Ref Arcelor présentent une très légère augmentation.

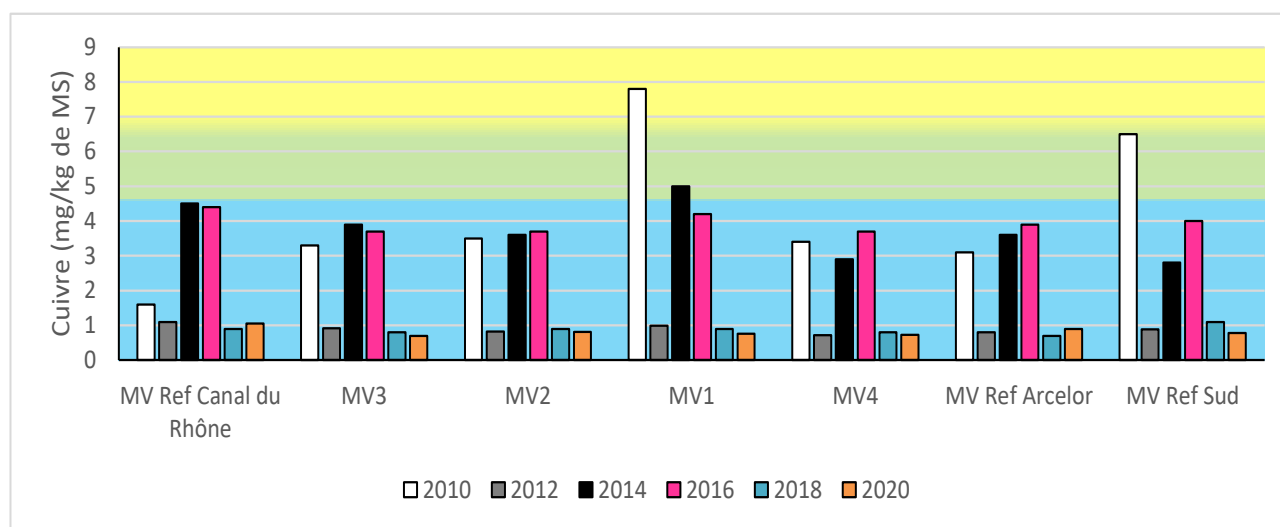


Figure 73. Concentration en cuivre dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

Les écarts sont faibles entre les valeurs sur les stations indiquant une contamination généralisée de la zone d'étude. Les niveaux de concentration sont faibles au regard des critères de l'Ifremer de 2009.

3.4.3.2.6. Étain

Les concentrations en Etain sont toutes inférieures à la limite de quantification depuis 2012 (**<0,667 mg/kg de MS**).

3.4.3.2.7. Fer

Les concentrations en Fer mesurées en 2020 sont plutôt faibles et quasi équivalentes à celles relevées en 2012 et 2018. Elles se répartissent entre **27 mg/kg de MS** au point MV1 (au droit du rejet), et **73 mg/kg de MS** au point MV Ref Sud.

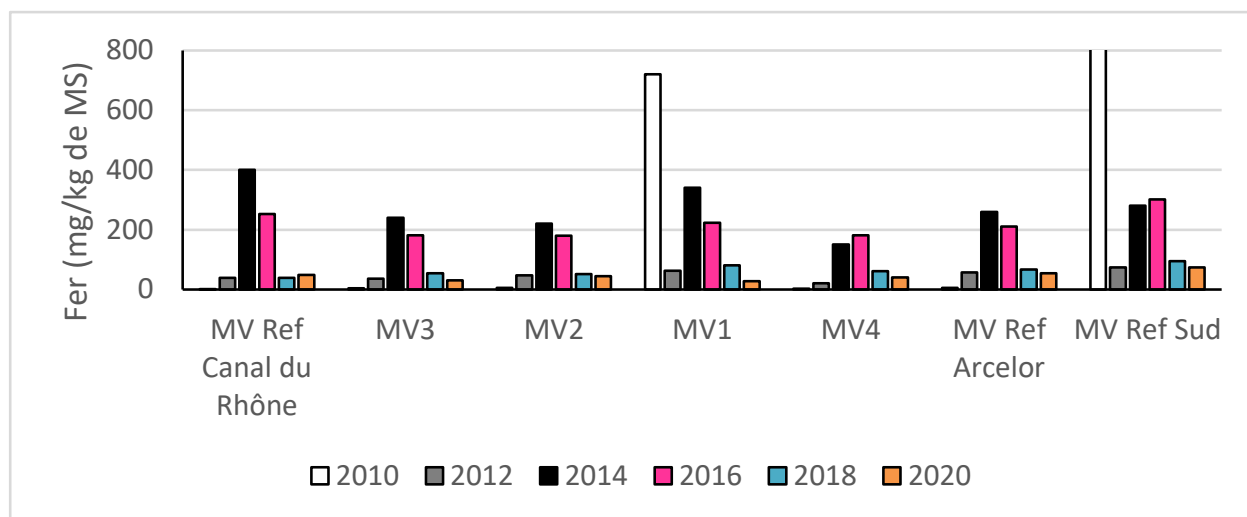


Figure 74. Concentration en fer dans les moules de 2010 à 2020 (Safège, In Vivo, setec)

En 2020, la contamination en fer n'est plus légèrement marquée à la sortie du rejet comme les années précédentes. Néanmoins, la contamination en fer des moules de la darse est globalement équivalente sur l'ensemble des stations et est plus faible qu'en 2016 et 2018.



3.4.3.2.8. Manganèse

Les concentrations en manganèse mesurées étaient en augmentation constante depuis 2012. Les relevés effectués en 2018 montraient une nette baisse au niveau des stations. En 2020, une nouvelle baisse, bien que plus légère, est observée, sauf sur les stations MV Ref Canal du Rhône et MV Ref Arcelor où il y a une très légère augmentation. Les valeurs varient entre **2,54 mg/kg de MS** (station MV3) et **5,36 mg/kg de MS** en station MV4.

Les moules récoltées au niveau du droit du rejet (MV2) présentaient d'ailleurs en 2016 les concentrations en manganèse les plus élevées depuis 2012 avec **21,6 mg/kg de MS**.

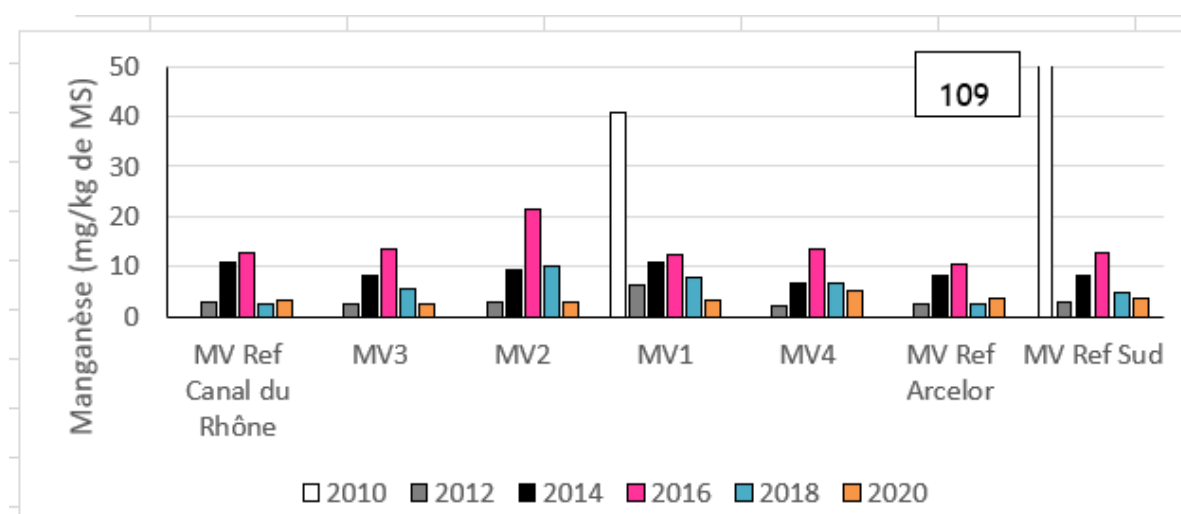


Figure 75. Concentration en manganèse dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

Les concentrations en manganèse mesurées dans les moules en 2020 sont toutes inférieures aux valeurs mesurées en 2018 hormis sur les stations MV Ref Canal du Rhône et MV Ref Arcelor où il y a une très légère augmentation. La valeur maximale est relevée au niveau de la station MV4. Cette concentration se détache légèrement des autres stations indiquant ainsi une possible contribution du rejet à la contamination en manganèse du milieu.

3.4.3.2.9. Mercur

Les concentrations en Mercure mesurées en 2020 sont toutes inférieures aux limites de quantification de **<0,02 mg/kg de MS**, lors du suivi de 2012, elles étaient toutes inférieures ou égales à la limite de quantification **<0,01 mg/kg de MS**.

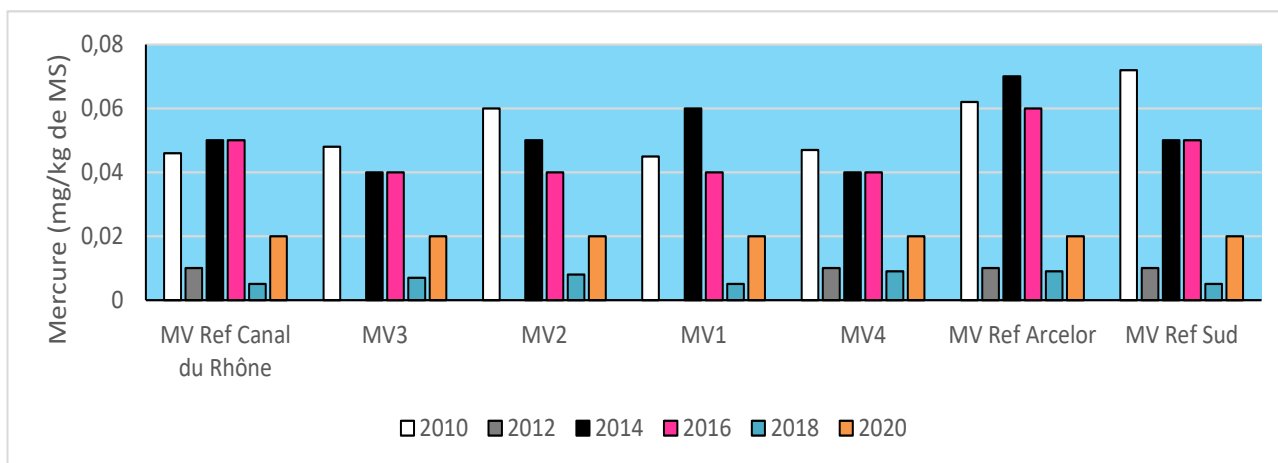


Figure 76. Concentration en mercure dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

Les valeurs mesurées dans la darse restent proches les unes des autres et correspondent au niveau de base définie par le RINBIO en 2009.

Les résultats obtenus en 2020 sont inférieurs au niveau de base du RINBIO 2009. Aucune contamination en mercure liée au rejet n'est observée en 2020 dans les moules.



3.4.3.2.10. Nickel

Les concentrations en Nickel en 2012 étaient toutes inférieures à la limite de quantification **<0,5 mg/kg de MS**.

En 2014, les valeurs étaient supérieures à la limite de quantification. Elles étaient relativement équivalentes et atteignent un maximum au droit du rejet, en MV1. En 2016, la seule station dont les moules présentait un niveau de contamination supérieur au seuil de quantification est la station MV1 avec **1,06 mg/kg de MS**. En 2018, toutes les stations présentaient une valeur au-dessus du seuil excepté la station MV2, mais ces valeurs restaient très faibles. En 2020, toutes les valeurs sont inférieures a seuil de quantification de **<0,333 mg/kg de MS**.

Ces valeurs correspondent à un niveau de base de contamination au regard des seuils RINBIO 2009.

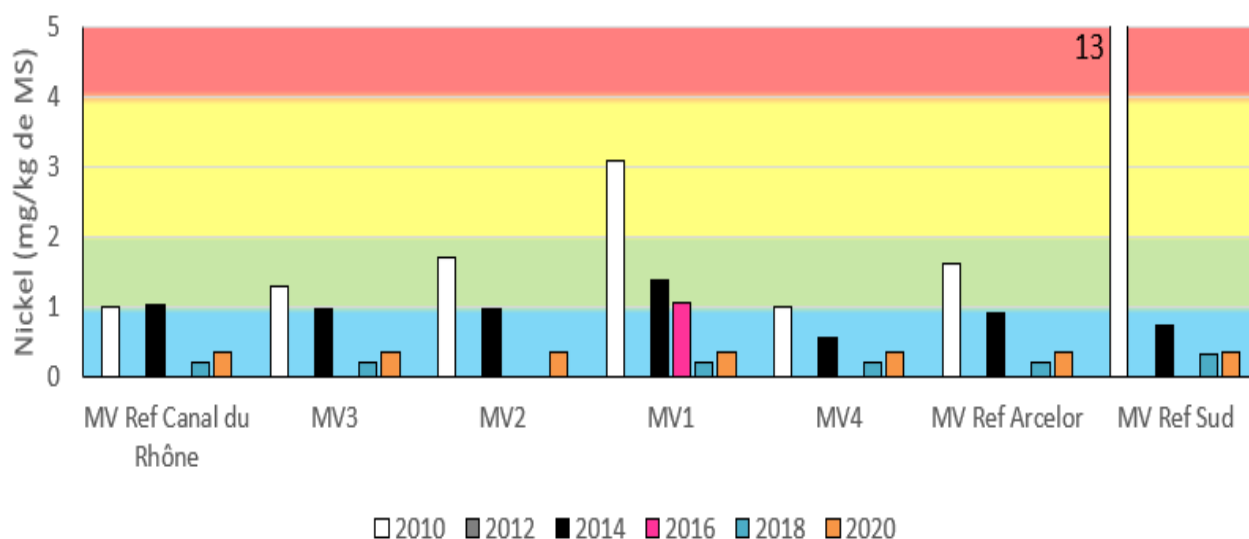


Figure 77. Concentration en nickel dans les moules de 2010 à 2020 (Safège, In Vivo, setec)

La contamination en nickel avait diminué sur l'ensemble de la darse en 2016 par rapport à son niveau de 2014. Les valeurs de 2018, bien que présentes sur toutes les stations (excepté la station MV2) étaient très faibles. Cette observation est valable en 2020 car toutes les stations présentent des valeurs en dessous du seuil de quantification **<0,333 mg/kg de MS**.

Ces concentrations sont au niveau de base selon les seuils définis par Ifremer en 2009. Le rejet n'a pas un impact significatif sur la contamination de la darse aux vues des résultats des analyses de moules (et donc au regard de la bio-accumulation).

3.4.3.2.11. Plomb

Entre 2012 et 2014, les concentrations en Plomb avaient augmenté au niveau des stations MV Ref Canal du Rhône, MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud. Elles avaient au contraire diminué dans les moules prélevées au niveau des stations MV2 et MV4.

En 2016, trois stations présentaient des concentrations en plomb décelables par les analyses : MV2, MV1 et MV Ref Sud. Une forte augmentation était observée au niveau de la station MV2 entre 2014 et 2016.

En 2018 les concentrations avaient été détectées sur toutes les stations, mais les valeurs étaient bien plus faibles que les autres années. Elles variaient entre **0,09** (MV Ref Canal du Rhône) et **0,39 mg/kg de MS (MV2)**.

En 2020, les valeurs ont encore diminué et elles varient entre **0,09** (MV Ref Canal du Rhône) et **0,266 mg/kg de MS (MV Ref Sud)**.

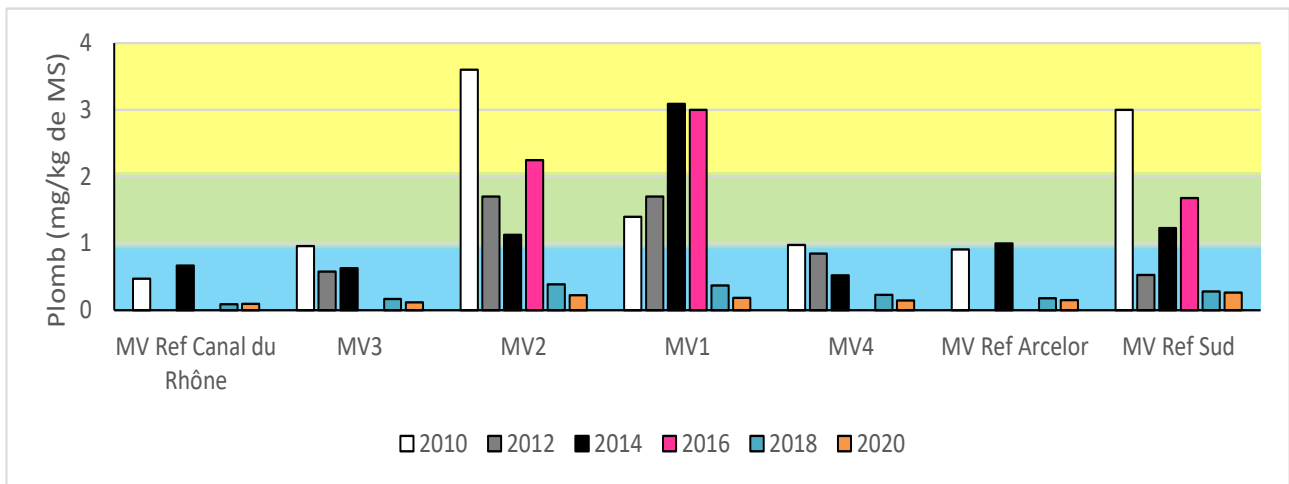


Figure 78. Concentration en plomb dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

Les concentrations mesurées en 2020 au niveau des stations correspondent à un niveau de contamination « de base » selon les seuils RINBIO 2009.

Les valeurs sur l'ensemble des stations restent très faibles et il n'y a pas de différence significative en sortie de rejet.

La contamination des sédiments en plomb était néanmoins élevée en sortie de rejet entre 2010 et 2016. Il est ainsi possible que le rejet contribue de manière significative à la contamination en plomb de la darse en 2018, comme les autres années, mais sur une durée plus courte d'où l'absence de bio-accumulation par les moules.



3.4.3.2.12. Zinc

Les concentrations en Zinc avaient augmenté sur l'ensemble des stations de la darse en 2014 par rapport à leurs niveaux de 2012. Les relevés effectués en 2016 indiquaient que ces concentrations avaient augmenté ou étaient maintenues par rapport au dernier suivi.

En 2018, les résultats étaient bien moins importants que ceux des années 2014 et 2016.

En 2020, comparables à ceux de 2018, voire légèrement inférieurs.

Les concentrations maximales sont obtenues au droit du rejet, au niveau des stations MV1 et MV2, avec **29 mg/kg de MS** (contre **163 mg/kg de MS** en 2016 et identique à 2018) et **42 mg/kg de MS** (contre **164 mg/kg de MS** en 2016 et **44** en 2018). Ces deux concentrations correspondent à un niveau de contamination de base selon les seuils RINBIO 2009.

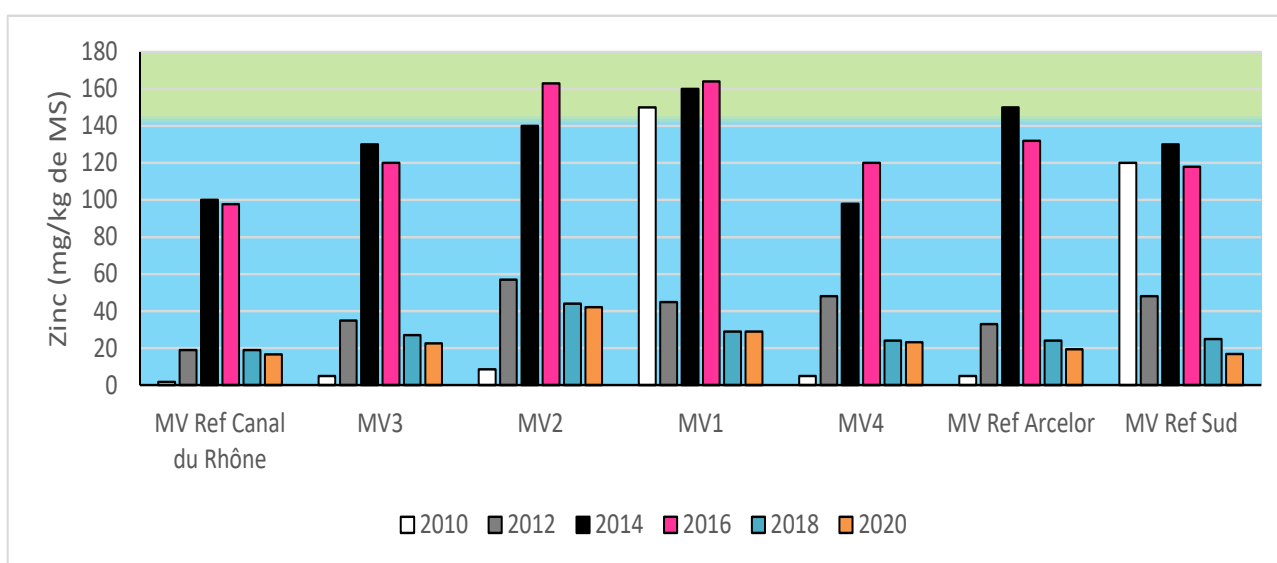


Figure 79. Concentration en zinc dans les moules de 2010 à 2020 (Safege, In Vivo, setec)

La concentration en zinc dans les moules de la darse est relativement équivalente ou inférieure entre les relevés de 2012 et 2018 pour la plupart des stations de la darse. Ces valeurs sont en forte baisse par rapport à 2016, mais équivalentes par rapport à 2018.

Les stations MV1 et MV2, situées à la sortie du rejet, présentent les concentrations les plus élevées de la zone d'étude pour le suivi de 2020. Ces données indiquent que le rejet contribue sûrement à la contamination en zinc depuis 2014.



3.4.4 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et Hydrocarbures Totaux

Les concentrations en HAP dans les échantillons de moules prélevés depuis 2012 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Toutes les concentrations mesurées en 2010 étaient inférieures aux limites de quantification.

HAP (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône					MV3					MV1					MV2					MV4					MV Ref Arcelor					MV Ref Sud				
Année	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020
Acénaphène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03
Acénaphthylène	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03
Anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01
Benzo(a)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	0,006	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01
Benzo(a)pyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,8	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01
Benzo(b)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	0,009	0,5	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,6	<0,01
Benzo(ghi)peryène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01
Benzo(k)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,7	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,7	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	1,7	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0,8	<0,01
Chrysène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	0,008	<0.5 *	<0,01	0,02	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0,02	<0,005	<0,005	0,5	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01
Fluoranthène	<0,01	0,011	<0,005	<1 *	<0,01	0,02	0,006	0,017	<1 *	<0,01	0,02	0,009	<0,005	<1 *	<0,01	0,02	0,015	<0,005	<1 *	<0,01	0,02	0,029	<0,005	<1 *	<0,01	0,02	0,009	<0,005	<1 *	0,01	0,02	0,017	<0,005	<1 *	<0,01
Fluorène	<0,01	0,022	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	0,009	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	0,012	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	0,009	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	0,04	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	0,018	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	0,028	<0,005	<1 *	<0,03
Indénopyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01
Naphtalène	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	0,12	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	0,12	<0,1	<1 *	<0,05
Phénanthrène	0,02	0,014	<0,005	<1 *	<0,01	0,03	0,022	0,014	<1 *	<0,01	0,03	0,032	<0,005	<1 *	<0,01	0,02	0,036	<0,005	<1 *	<0,01	0,02	0,069	0,006	<1 *	<0,01	0,02	0,04	<0,005	<1 *	<0,01	0,02	0,049	<0,005	<1 *	<0,01
Pyrène	<0,01	0,013	<0,005	<0.5 *	<0,01	0,02	0,009	0,018	<0.5 *	<0,01	0,02	0,013	<0,005	0,5	<0,01	0,02	0,015	<0,005	<0.5 *	<0,01	0,02	0,036	<0,005	<0.5 *	<0,01	0,02	0,012	<0,005	1	0,02	<0,01	0,022	<0,005	<0.5 *	<0,01
Somme des 16 HAP	0,02	-	-	<1 *	<seuil	0,07	-	-	<1 *	<seuil	0,09	-	-	<1 *	<seuil	0,06	-	-	<1 *	<seuil	0,06	-	-	<1 *	<seuil	0,08	-	-	<1 *	0,03	0,04	-	-	<1 *	<seuil
Indice Hydrocarbure	-	<100	<100	Non calculable	47	-	<100	<100	1	39	-	224	<100	1,7	44	-	<100	<100	Non calculable	56	-	<100	<100	0,7	49	-	<100	<100	5,2	76	-	<100	<100	2	40

Tableau 27. Concentrations en hydrocarbures mesurées dans les moules depuis 2012



En 2016, seule la station MV1 présentait des valeurs de concentration en HAP significatives et situées au-dessus de la limite de quantification. Parmi les congénères analysés, plusieurs avaient vu leur concentration augmenter au niveau de cette station par rapport à 2014. Il s'agissait du fluoranthène, du pyrène, et dans une moindre mesure du Benzo(a)anthracène, du chrysène et du benzo(b)fluoranthène.

En quantité, le pyrène était l'élément le plus représenté au niveau de la station MV3 en 2016.

En 2018, la station présentant la valeur la plus élevée de HAP (totaux) était la station MV Ref Arcelor avec **5,2 mg/kg MS**. Les autres stations présentent des valeurs très faibles. Parmi les congénères analysés, plusieurs avaient vu leur concentration légèrement augmenter sur à peu près toutes les stations notamment le benzo(b)fluoranthène et le benzo(k)fluoranthène.

En 2020, la station présentant la valeur la plus élevée de HAP (totaux) était la station MV Ref Arcelor avec **7,6 mg/kg MS** (avec le Pyrène qui domine les contaminations). Les autres stations présentent des valeurs plus faibles.

D'après l'INERIS, le pyrène est utilisé pour la fabrication de teintures, dans la synthèse de substances utilisées en optique pour leur brillance, et comme additif dans les huiles d'isolation électrique. Le pyrène est également présent dans les combustibles fossiles. Il est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion incomplète de charbon et de produits pétroliers : huile, essence, fioul. Le pyrène est aussi présent dans le goudron des revêtements routiers. La production d'aluminium, de fer et d'acier, les fonderies, la combustion de déchets et la fumée de tabac constituent également des sources d'exposition de l'environnement au pyrène.

La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les moules est toujours faible en 2020 sur la plupart des stations. Seule la station MV Ref Arcelor présente des contaminations pour certains congénères (Pyrène). Les éléments mesurés proviennent des goudrons et d'une mauvaise combustion des hydrocarbures. Toutefois, l'INERIS identifie l'activité sidérurgique comme une source potentielle d'apport de ces HAP à l'environnement.

3.4.5 Les polychlorobiphényles (PCB)

Le suivi 2012 montrait des concentrations en PCB inférieures ou proches de la limite de quantification (10 µg/kg de MS) pour la plupart des éléments. En 2014, les limites de quantification ont été abaissées à 5 µg/kg de MS. Les concentrations en PCB dans les moules prélevées en 2010 étaient inférieures ou proches de la limite de quantification (1 µg/kg de MS). En 2020 les limites de quantifications du laboratoire sont de 10 µg/kg de MS.

PCB (µg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône					MV3					MV2					MV1				
Année	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020
PCB 101	<10	11	<5	1,82	<10	<10	12	6	1,41	<10	<10	17	5	1,53	<10	<10	16	5	1,62	<10
PCB 118	<10	6	<5	0,908	<10	<10	5	<5	0,604	<10	<10	8	<5	0,749	<10	<10	9	<5	0,778	<10
PCB 138	20	23	11	3,74	20	20	16	14	2,99	30	20	38	12	3,58	30	20	39	13	3,58	20
PCB 153	30	23	18	7,17	30	30	43	26	6,08	40	30	59	21	6,76	40	30	66	21	6,6	40
PCB 180	<10	<5	<5	0,863	<10	<10	5	<5	0,504	<10	<10	9	<5	0,64	<10	<10	10	<5	0,738	<10
PCB 28	<10	<5	<5	< 0,328	<10	<10	<5	<5	< 0,305	<10	<10	<5	<5	< 0,330	<10	<10	<5	<5	< 0,315	<10
PCB 52	<10	<5	<5	0,41	<10	<10	<5	<5	< 0,305	<10	<10	<5	<5	< 0,330	<10	<10	<5	<5	< 0,315	<10
Somme 7 PCB	50	82	29	14,5	50	50	81	46	11,59	70	50	130	38	13,26	70	50	139	36	13,32	60

PCB (µg/kg de MS)	MV4					MV Ref Arcelor					MV Ref Sud				
Année	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020	2012	2014	2016	2018	2020
PCB 101	<10	14	6	1,24	<10	<10	11	<5	1,11	<10	<10	9	<5	0,948	<10
PCB 118	<10	6	<5	0,614	<10	<10	6	<5	0,65	<10	<10	<5	<5	0,409	<10
PCB 138	20	30	14	2,85	20	20	28	11	3,31	20	20	22	10	1,81	20
PCB 153	30	30	25	5,41	30	20	28	18	5,75	30	20	22	16	3,75	30
PCB 180	<10	7	<5	0,541	<10	<10	6	<5	0,76	<10	<10	<5	<5	0,366	<10
PCB 28	<10	<5	<5	< 0,310	<10	<10	<5	<5	< 0,287	<10	<10	<5	<5	< 0,301	<10
PCB 52	<10	<5	<5	< 0,310	<10	<10	<5	<5	< 0,287	<10	<10	<5	<5	< 0,301	<10
Somme 7 PCB	50	109	46	10,66	50	40	96	29	11,58	50	40	64	26	7,283	50

Tableau 28. Concentration en polychlorobipényles (PCB) dans les moules de 2012 à 2020

En 2020 comme pour les suivis précédents, les PCBs majoritaires étaient les congénères 138 et 153. L'ensemble des concentrations en PCB des moules prélevées dans la darse avait significativement diminué entre 2016 et 2018. A la lecture des résultats de l'année 2020, les valeurs de 2018 semblent avoir été biaisées par les analyses en laboratoire. Les résultats de 2020 sont en cohérence avec les précédents suivis (2010 à 2016).

Ainsi, la somme des concentrations des 7 PCB analysés qui atteint des niveaux élevés pour l'ensemble des stations (RINBIO 2009).

Niveau de contamination	Niveaux de base	Niveaux faibles	Niveaux modérés	Niveaux élevés	Niveaux très élevés
Somme des PCBs (µg/kg de MS)	6,7	14,43	22,16	29,9	>29,9

Tableau 29. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour les données RINBIO de 2009 (IFREMER).



Les figures suivantes présentent l'évolution des concentrations des congénères 138 et 153 qui demeurent majoritaires ainsi que la somme des 7 PCB au sein de la matière vivante.

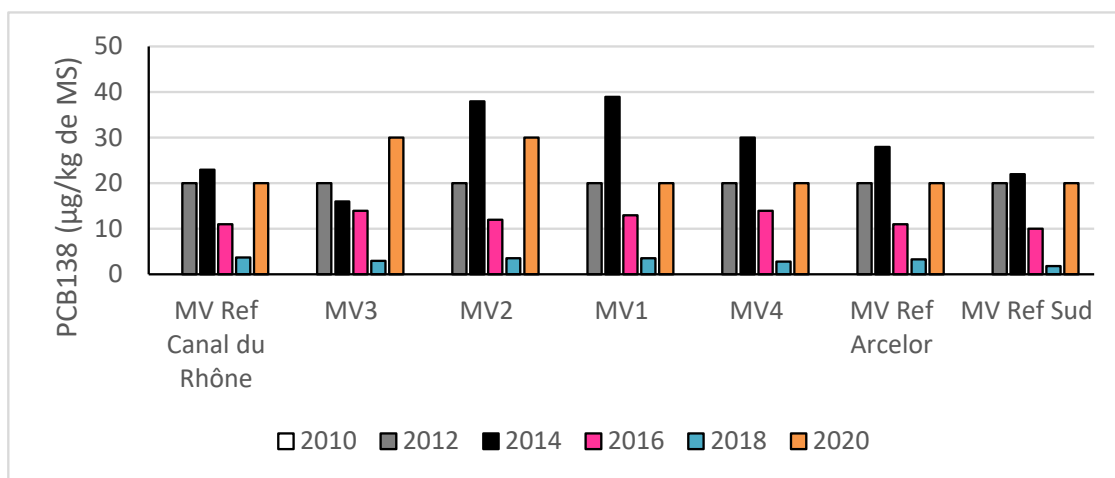


Figure 80. Concentration en PCB 138 dans les moules entre 2010 et 2020

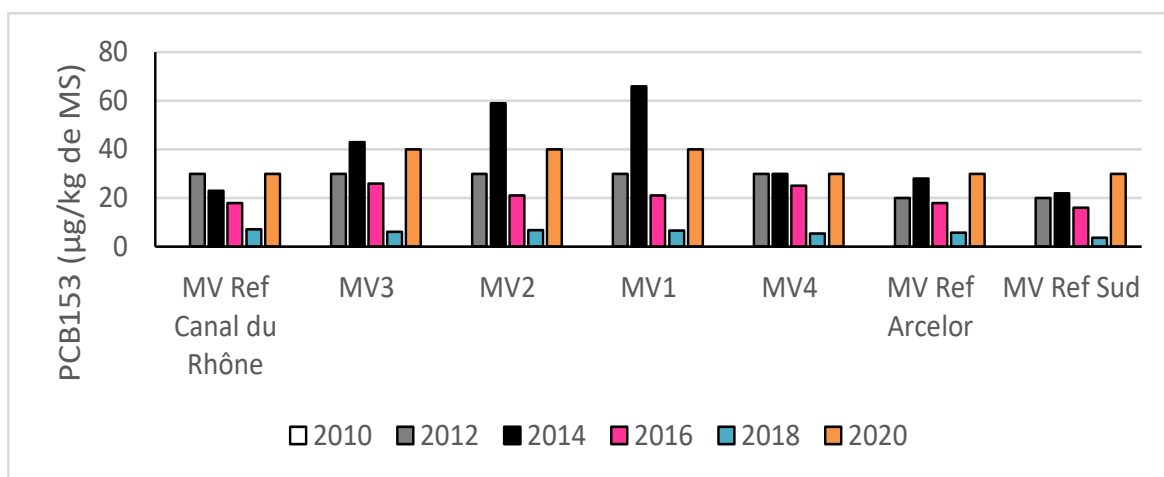


Figure 81. Concentration en PCB 153 dans les moules entre 2010 et 2020

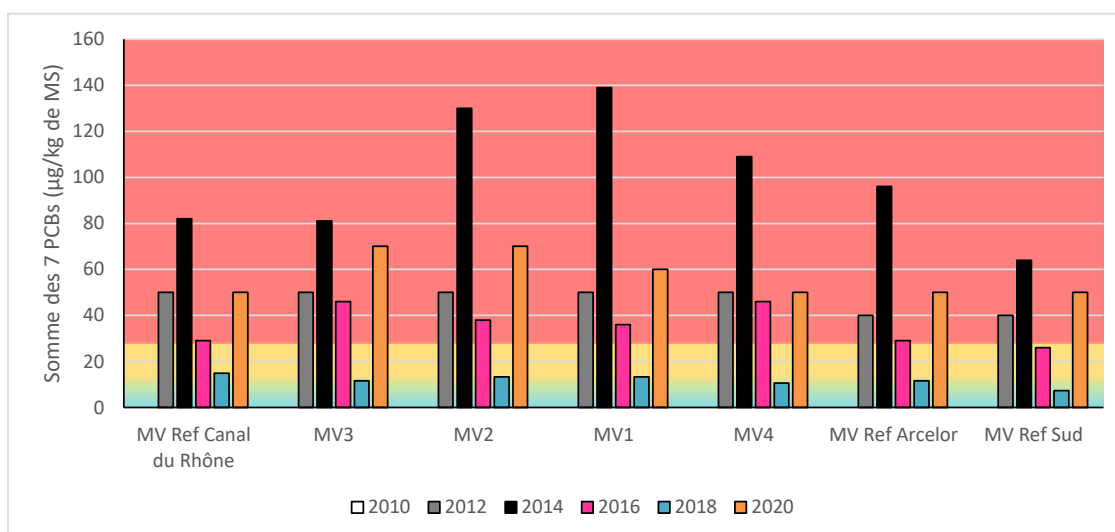


Figure 82. Somme des concentrations en PCB dans les moules en 2012 et 2020

3.4.6 Synthèse de la matière vivante

En 2020, comme en 2018, la quasi-totalité des contaminants métalliques se retrouve dans les moules dans des concentrations peu élevées à faibles, voire très faibles. La contamination par les métaux des moules de la darse a beaucoup diminué entre les deux suivis pour la plupart des stations. Certains éléments sont toutefois présents à des concentrations légèrement plus élevées aux points de prélèvement situés à proximité du rejet (MV2) et au niveau des stations de référence situées aux extrémités de la zone d'étude (MV Ref Sud).

En 2014, l'impact du rejet était considéré comme faible, mais significatif au droit du rejet, notamment pour le chrome, le cuivre, le fer, le nickel, le plomb et le zinc. Les concentrations élevées mesurées au niveau des stations de référence et, d'une manière générale sur l'ensemble de la darse, indiquaient en revanche l'incidence de plusieurs autres sources de contamination influençant probablement la zone d'étude. En 2016, l'impact du rejet sur la contamination des moules était également considéré comme faible. La contamination est plus marquée au droit du rejet pour le plomb, le zinc, et le manganèse. Néanmoins, les concentrations se retrouvaient dans le même ordre de grandeur qu'en 2014 et peu d'augmentation marquée était observée. La station MV2 a cependant vu sa contamination en plomb et en manganèse augmenter. Plusieurs contaminants avaient par ailleurs vu leur concentration augmenter sur toutes les stations de la darse. Il s'agissait de l'arsenic, du cadmium et du manganèse.

En 2018, l'impact du rejet sur la contamination des moules était également considéré comme « de base ». Les valeurs de contaminations détectées au sein des échantillons de moules étaient en effet moins importantes que les autres années. Les valeurs sont légèrement plus importantes au droit du rejet. En 2020, l'impact du rejet sur la contamination des moules était également considéré comme « de base ». Les valeurs de contaminations détectées au sein des échantillons de moules étaient en effet moins importantes que les autres années. L'effet au droit du rejet n'est pas significatif.

Comme pour les éléments précédents, les concentrations différentes retrouvées dans le sédiment et les moules peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des bio-indicateurs et mettent en évidence des pollutions plutôt chroniques ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode ponctuel de pollution.

La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les moules a légèrement diminué en 2020 sauf sur la station MV Ref Arcelor où il y a une légère augmentation : elle présente la valeur la plus élevée de HAP (totaux) est la station MV Ref Arcelor avec 7,6 mg/kg MS. Les autres stations présentent des valeurs très faibles.

L'ensemble de la contamination en PCB a diminué dans la darse est plutôt stable entre 2012 et 2020 (bien qu'une forte augmentation fût visible en 2014). Les mesures effectuées au niveau des différentes stations montrent des valeurs plus élevées (bien que faibles) au niveau des stations MV1, MV2 et MV3. Les stations situées en sortie de rejet semblent être très légèrement influencées en 2020.



3.5 SUIVI DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE

3.5.1 Composition des peuplements benthiques pour l'année 2020

La présentation des résultats concerne dans une première partie les paramètres généraux des peuplements (richesse, diversité) et dans une seconde partie les analyses basées sur les indices écologiques.

3.5.1.1 Richesse spécifique (S) et Abondance (A)

3.5.1.1.1. Résultats sur les stations étudiées

L'analyse des 21 échantillons biologiques (sept stations à 3 coups de bennes prélevées par station) a permis d'identifier 91 espèces appartenant à 8 groupes zoologiques et de recenser 1123 individus. Les noms, la répartition de l'abondance des espèces sur les stations sont présentés dans le tableau reporté en Annexe 3.

Les tableaux ci-dessous présentent la synthèse des résultats pour les richesses spécifiques, les abondances et les densités.

Stations	SRef Arcelor	SRef Canal du Rhône	SRef Sud	B01	B02	B03	B04
Richesse spécifique	29	34	21	37	19	28	25
Abondance (0,3 m ²)	210	133	92	210	160	131	187
Densité (ind/m ²)	700	443	307	700	533	437	623

Tableau 30 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces par échantillons et le total par station étudiée

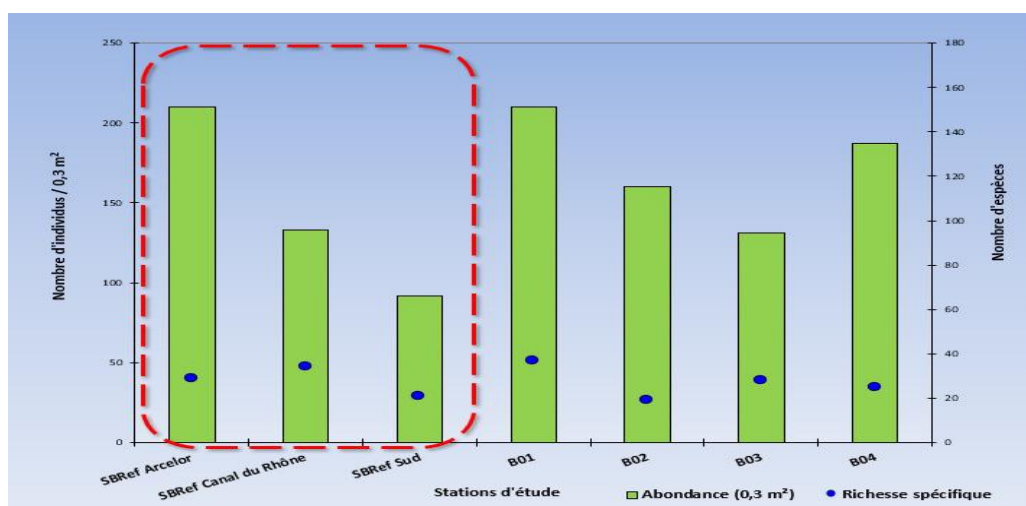


Figure 83. Abondance et richesse spécifique sur les stations étudiées

En 2020, les résultats des richesses spécifiques ne varient pas beaucoup d'une station à l'autre qu'elle soit de référence ou proche du rejet.

Ce sont les stations B01 et Ref Canal du Rhône qui présentent les plus fortes diversités allant de 37 à 34 espèces. Les autres stations présentent des richesses spécifiques légèrement plus faibles avec un minimum de 19 espèces pour la station B2.

La richesse spécifique est comprise entre 19 (Station B02) et 37 espèces (Station B01). Les abondances sur les stations varient entre 92 (Station Ref Sud) et 210 individus/0.3 m² (Stations SB Ref Arcelor et B01).

	Moyenne	Ecartype (±)	Min	Max
Richesse spécifique	28	7	19	37
Abondance (0,3 m ²)	160	45	92	210
Densité (ind/m ²)	535	149	307	700

Figure 84 : Moyennes, Ecartypes, valeurs minimales et maximales de la richesse spécifique, de l'abondance et de la densité des stations étudiées

La richesse spécifique moyenne est de 28 (±7) espèces pour le site d'étude. L'abondance moyenne est de 160 (±45) individus/0.3 m².

La densité moyenne est donc de 535 (±149) individus/m², et a atteint au maximum 700 individus/m² sur les stations de Ref Arcelor (station de référence) et B01.

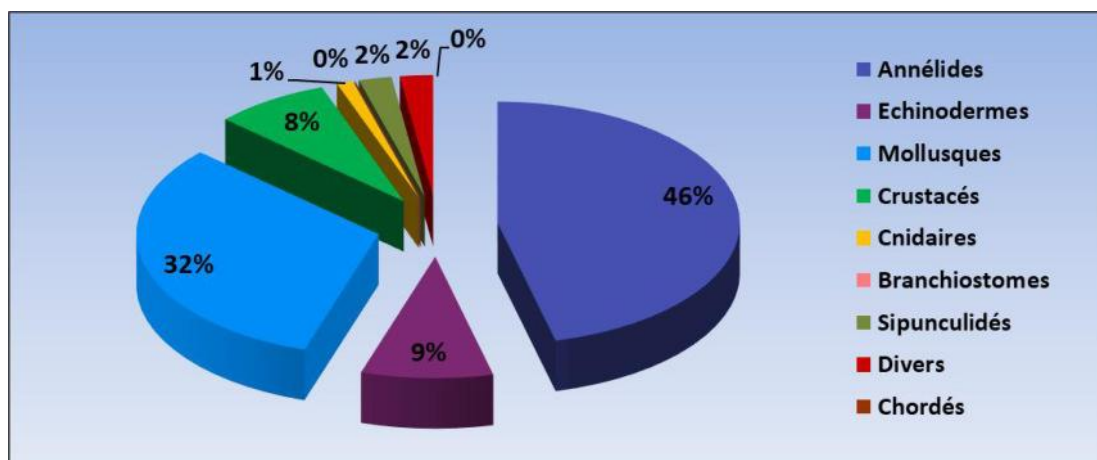


Figure 85. Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques en 2020

En termes de richesse spécifique sur l'ensemble des stations d'étude, les groupes zoologiques majoritaires sont représentés par les annélides (46%), puis par les mollusques (32%), les crustacés (8%), les échinodermes (9%), les siponcles (2%) et les espèces divers (2%).

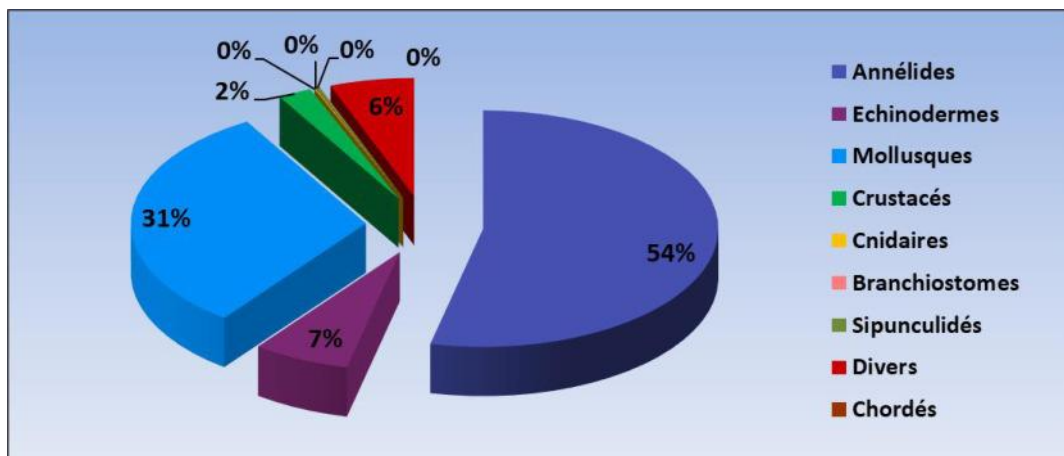


Figure 86. Répartition de l'abondance selon les principaux groupes zoologiques en 2020

L'abondance des individus récoltés est dominée à 54 % par les annélides, à 31 % par les mollusques, à 2 % par les crustacés et 7 % pour les échinodermes. Les espèces « divers » représentent 6% de l'abondance totale.

3.5.1.1.2. Groupes taxonomiques

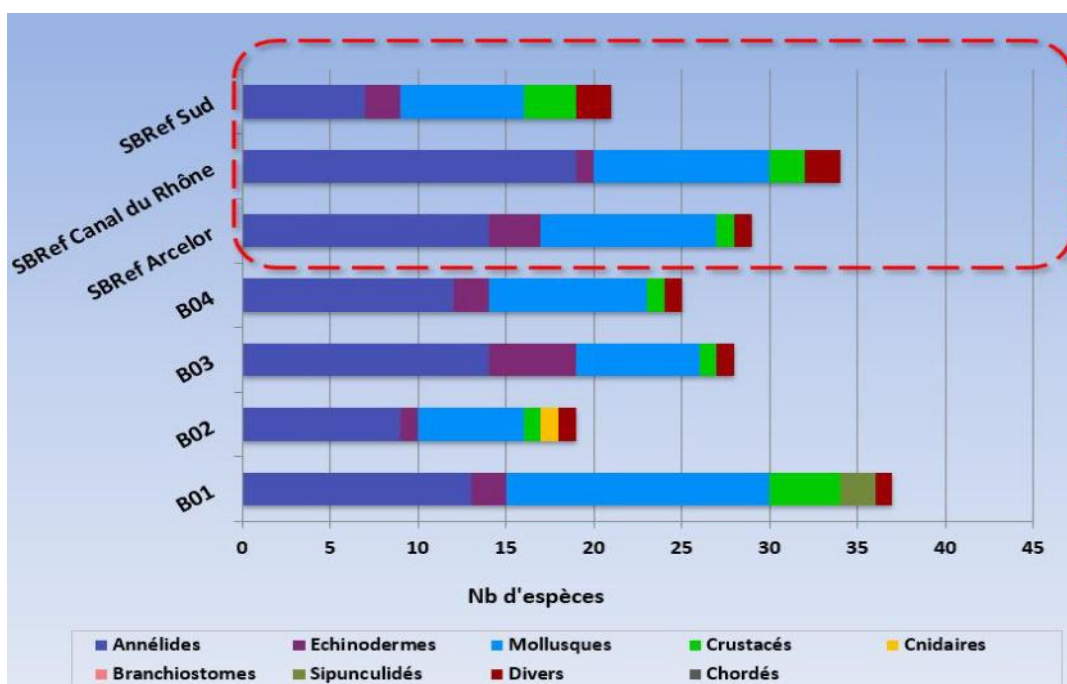


Figure 87. Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique

Les groupes taxonomiques dominants l'ensemble des stations d'un point de vue de la richesse spécifique sont les groupes des vers annélides polychètes (42 espèces) et des mollusques (29 espèces).

Les sept stations présentent cependant une diversité spécifique, et ce, au sein d'au moins cinq embranchements par station.

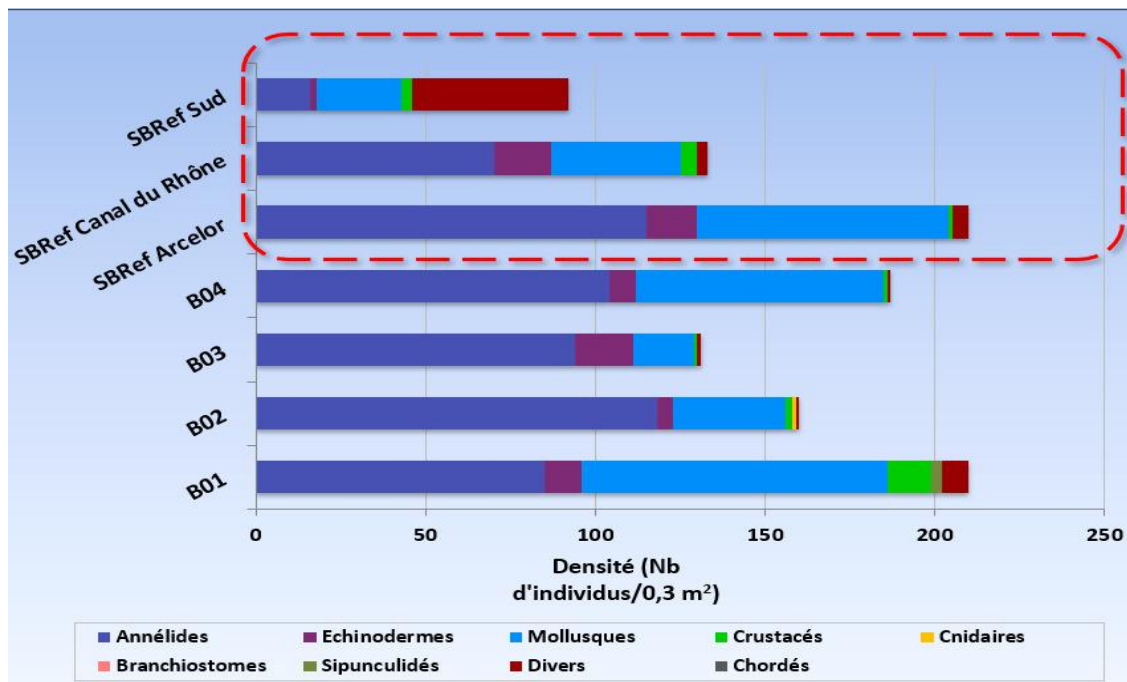


Figure 88. Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique

La répartition de l'abondance montre que le groupe des annélides polychètes domine également les peuplements au sein de chaque station, mis à part sur la station Ref Sud, où le groupe des mollusques domine le prélèvement. Les groupes des mollusques et des Phoronides présentent de fortes abondances (nombre important de bivalves tels que *Tellina fabula*).

3.5.1.1.3. Fréquence d'occurrence et dominance

Dix-sept espèces présentent une fréquence d'occurrence supérieure à 57 %. Une espèce a une occurrence de 100 % c'est-à-dire qu'elle est présente dans toutes les stations de prélèvements. Il s'agit du ver annélide polychète *Mediomastus fragilis*.

Cinq espèces présentent une fréquence d'occurrence de 86%. Il s'agit du mollusque bivalve *Corbula gibba*, des vers annélides polychètes *Lumbrineris latreilli*, *Glycera unicornis* et *Aphelochaeta marioni* ainsi que de l'ophiure (Echinoderme) *Amphiura chiajei*.

De plus *Mediomastus fragilis* présente les abondances parmi les plus importantes, c'est donc une espèce structurante du peuplement, comme le sont également le bivalve *Corbula gibba*, les vers annélides *Mediomastus fragilis*, *Aphelochaeta marioni* ou encore l'ophiure *Amphiura chiajei*.

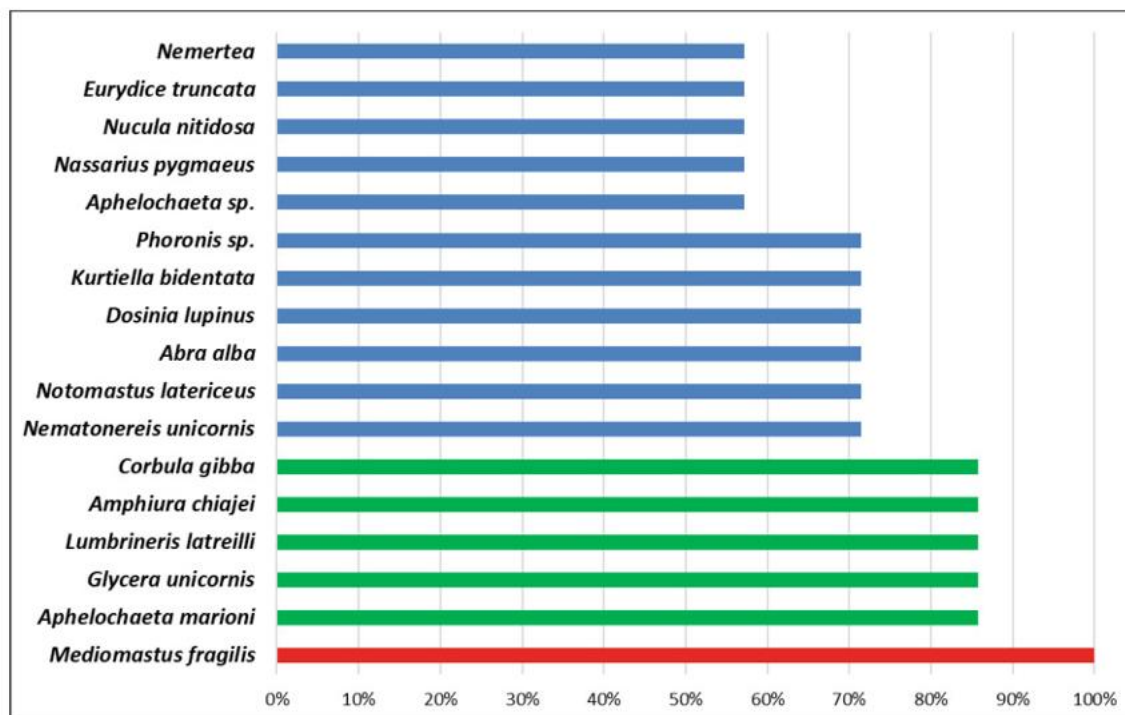


Figure 89. Fréquence d'occurrence des principales espèces récoltées

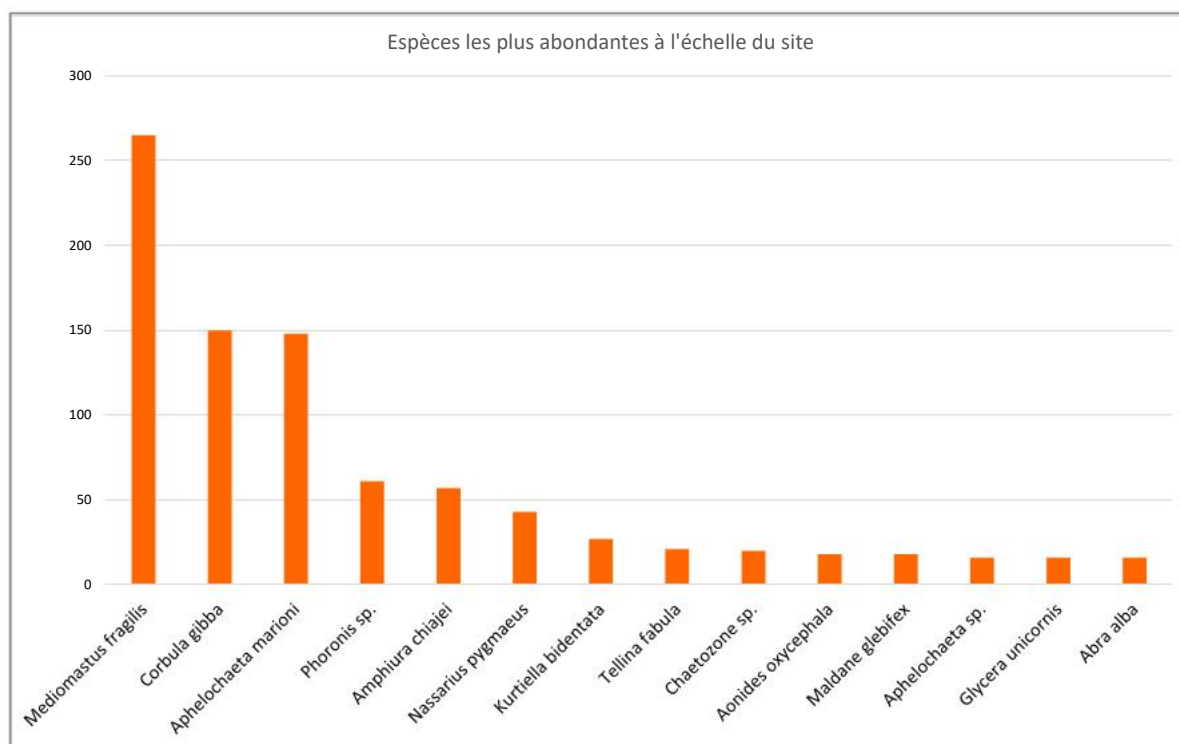


Figure 90. Espèces les plus abondantes sur l'ensemble des sept stations

3.5.1.2 Indices de diversité

3.5.1.2.1. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Piélou (J')

Station	SRef Arcelor	SRef Canal du Rhône	SRef Sud	B01	B02	B03	B04
Indice de Shannon	3,37	4,28	2,92	4,15	2,65	3,65	3,17
Indice d'Équitabilité (Piélou)	0,69	0,84	0,66	0,80	0,62	0,76	0,68

Tableau 31. Valeurs des indices de Shannon et de l'Équitabilité

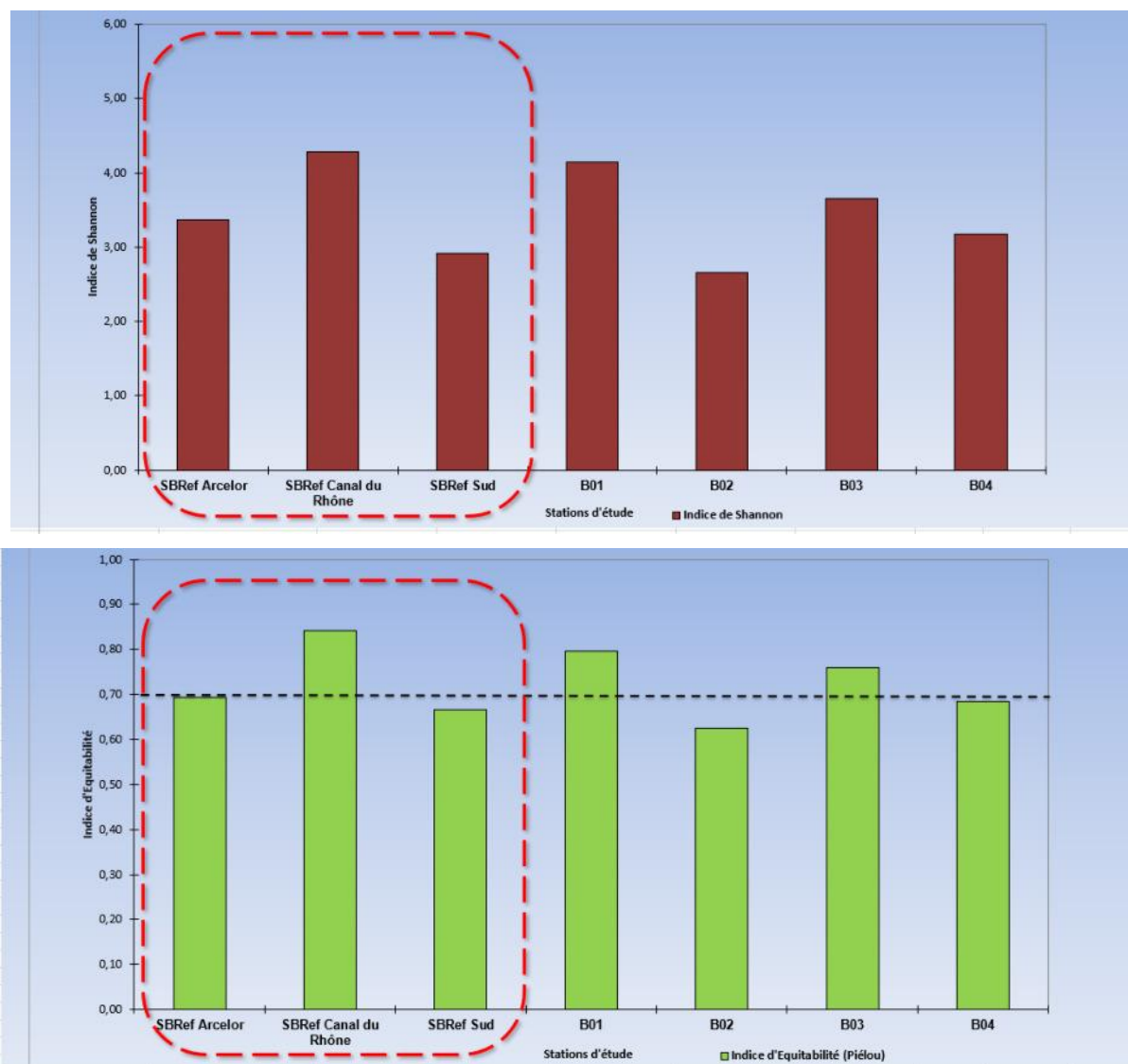


Figure 91. Indices de diversité de Shannon (en haut) et d'équitabilité (en bas) sur les stations étudiées en 2020

Les indices de Shannon observés en 2020 sont compris entre 2,65 (station B02) et 4,28 (station Ref Canal du Rhône), avec une valeur moyenne de 3,46 ($\pm 0,61$). Cette valeur moyenne témoigne d'un peuplement « bon » et selon Molvaer et al. (1997), les stations B02 et Ref Sud sont classées comme « moyennes », les stations B03, B04 et Ref Arcelor, comme « bonnes » et B01 et Ref Canal du Rhône sont classées comme « excellentes ».



Pour l'indice d'équitabilité, les stations d'étude présentent des valeurs variables, comprises entre 0,62 et 0,80 avec une moyenne de 0,72 ($\pm 0,08$). Trois stations présentent un indice supérieur à 0,70 (B01, B03 et Ref Canal du Rhône) ; les autres stations présentent des valeurs très légèrement sous le seuil (0,62 pour B02 à 0,69 pour Ref Arcelor). Cela témoigne d'une structure de peuplement moyennement équilibrée avec un nombre moins élevé d'espèces. Les stations présentent un déséquilibre au sein de leur peuplement qui peut s'expliquer par une dominance d'une ou plusieurs espèces dans les prélèvements.

3.5.1.2.2. Le modèle DIMO

Le modèle DIMO (*Diversity MONitoring*) développé par Qinghong en 1995 permet d'illustrer de manière synthétique l'évolution spatiale de la richesse spécifique ($\text{Log}_2(S)$), de la diversité (H') et de l'équitabilité (Bazairi, 2005). Cette dernière est représentée par l'angle formé par la droite représentée sur le graphique suivant :

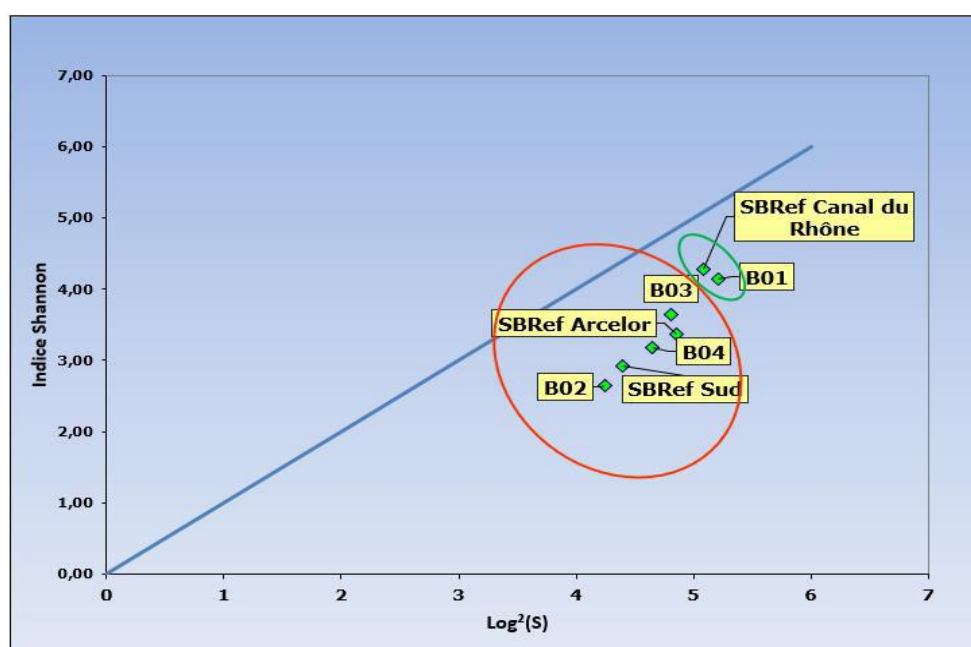


Figure 92. Modèle DIMO appliqué aux sept stations en 2020

La distribution spatiale montre que les peuplements présentent des richesses spécifiques plus élevées pour les stations B01 et Ref Canal du Rhône que les autres stations, et une répartition des espèces plutôt hétérogène sur l'ensemble des stations. Les stations présentent un indice d'équitabilité qui témoigne de peuplements assez plutôt déséquilibrés au sein des habitats étudiés, notamment pour le groupe de stations entouré en rouge (.Figure 92).

Les résultats concernant la richesse spécifique, la densité des espèces et leur répartition au sein des stations échantillonnées se révèlent plutôt moyens pour les stations étudiées, qu'elles soient stations de référence ou stations de suivis. Certaines disparités apparaissent entre les stations, notamment sur la station SB2 qui présente une diversité inférieure aux autres.

3.5.1.3 Indice basé sur les groupes écologiques : l'AMBI

L'identification des groupes écologiques des espèces en présence a été réalisée pour pouvoir déterminer les indices basés sur les groupes écologiques : l'AMBI.

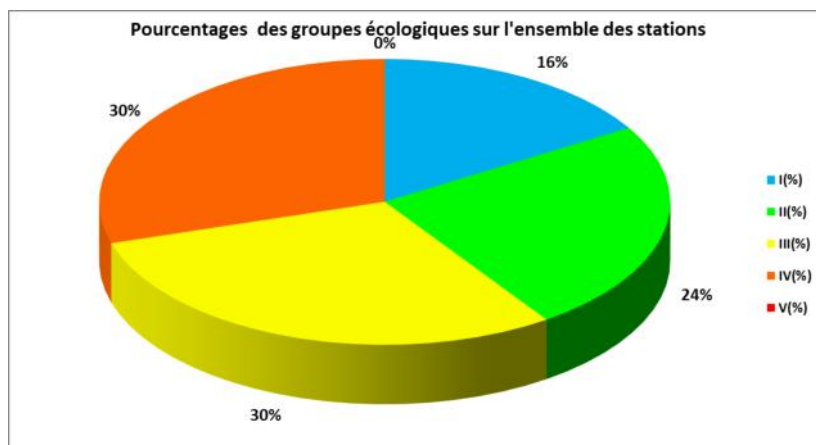


Figure 93. Pourcentages des groupes écologiques sur l'ensemble du site étudié

L'indice AMBI met en évidence que l'ensemble des stations se caractérise par une proportion moyenne (40%) d'espèces sensibles et indifférentes à une hypertrophisation (groupes I et II). Le groupe des espèces indifférentes (groupe III) représente 30%. Le groupe IV (espèces opportunistes de second ordre) est présent à 30%.

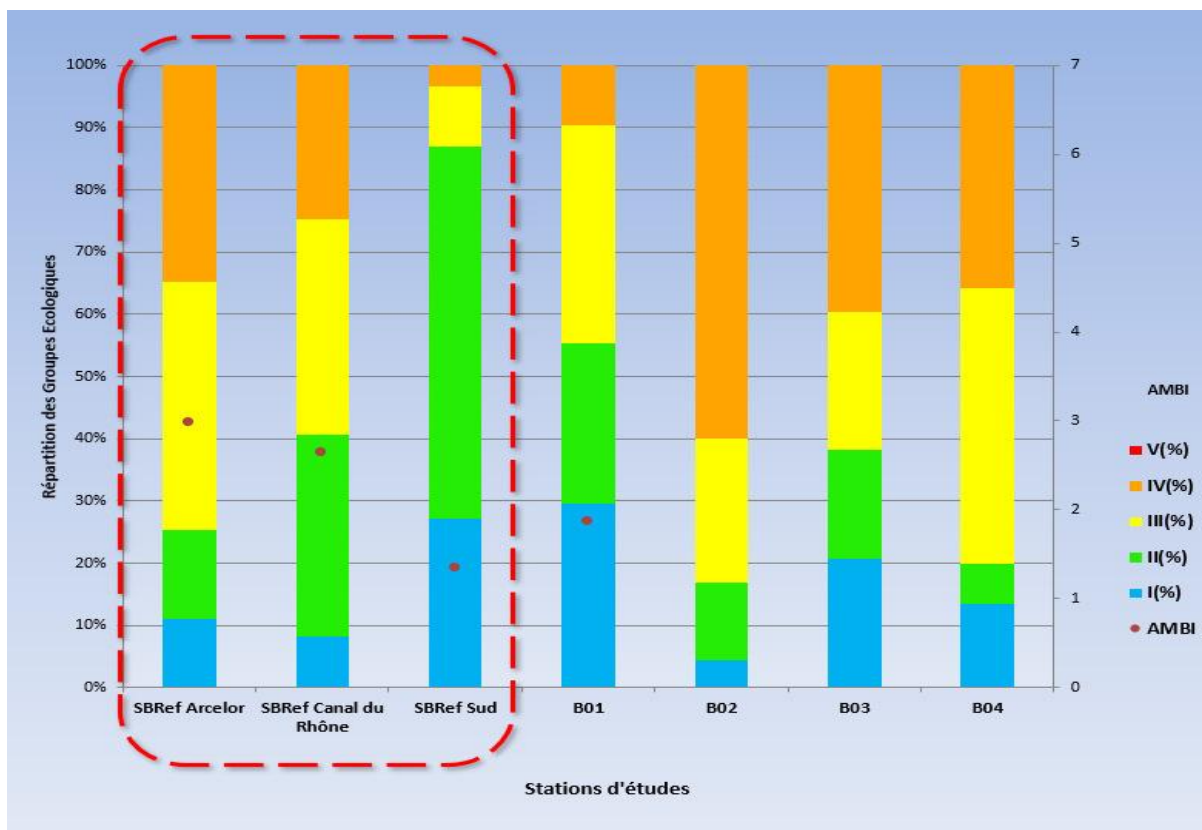


Figure 94. Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI



Les stations excepté la station SB Ref Sud ont toutes une composition faunistique assez similaire : elles sont dominées par les espèces tolérantes à l'eutrophisation (groupe III) ainsi que par des espèces opportunistes de second ordre (groupe IV)

Seule la station Ref Sud présente une dominance d'espèces sensibles et indifférentes à une hypertrophisation (groupes I et II) même si elles sont représentées sur les autres stations de la darse.

Cette station présentait une granulométrie différente des autres stations (sable fin envasé) et son peuplement est composé d'espèces plus sensibles comme les mollusques bivalves *Tellina spp.* et *Dosinia lupinus*, comme le polychète *Hyalinoecia bilineata* ou indifférentes comme *Phoronis sp.*

Les espèces opportunistes de premier ordre (groupe V) sont absentes sur toutes les stations.

Le graphe ci-dessous permet de visualiser le degré de dégradation environnementale au regard de la matière organique grâce à l'indice AMBI :

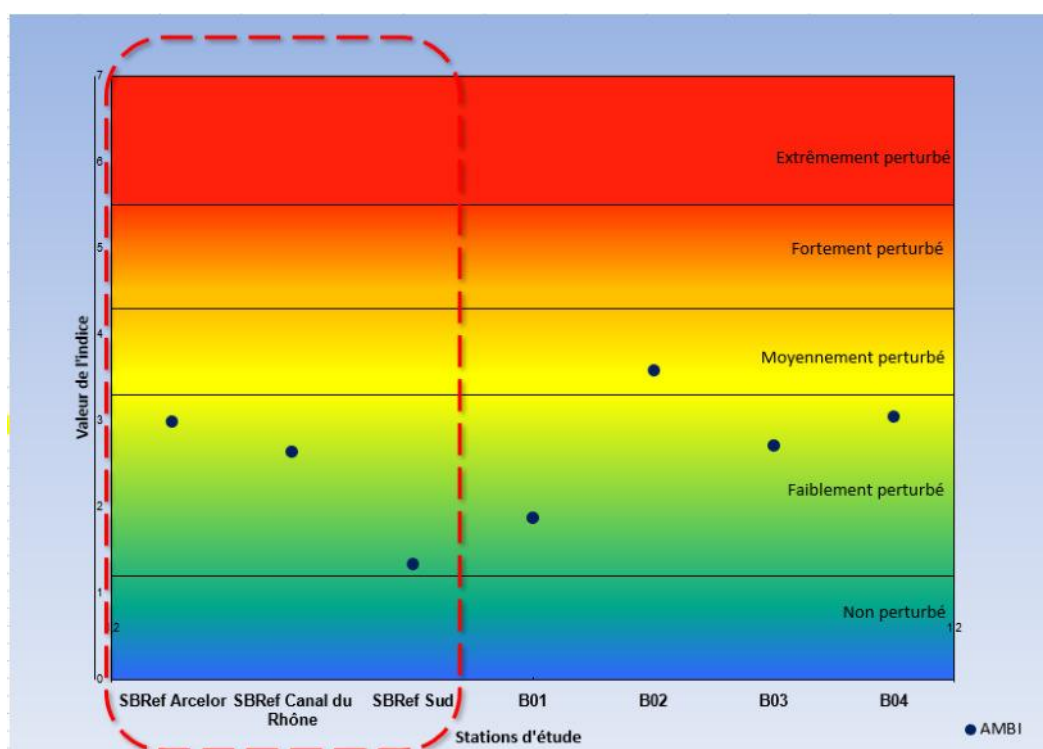


Figure 95. Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude

Les résultats de l'indice AMBI sur les stations du site révèlent que celles-ci présentent une légère perturbation, la plus faible étant la station SB Ref Sud. Cette perturbation est plus particulièrement visible sur les stations SB Ref Arcelor, SB2 et SB4 (présence assez forte d'espèces opportunistes de second ordre). La présence moyenne d'espèces sensibles et indifférentes à l'hypertrophisation et la dominance d'espèces tolérantes et opportunistes de second ordre sont révélatrices d'un état environnemental légèrement à moyennement perturbé. Avec la dominance de quelques espèces, l'AMBI révèle une légère de perturbation au regard de l'apport en matière organique sur les stations.

Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	EcoQ
SBRef Arcelor	11,00	14,30	40,00	34,80	0,00	2,979	GOOD
SBRef Canal du Rhône	8,30	32,30	34,60	24,80	0,00	2,639	GOOD
SBRef Sud	27,20	59,80	9,80	3,30	0,00	1,337	GOOD
B01	29,50	25,70	35,20	9,50	0,00	1,871	GOOD
B02	4,40	12,50	23,10	60,00	0,00	3,581	MODERATE
B03	20,60	17,60	22,10	39,70	0,00	2,71	GOOD
B04	13,40	6,40	44,40	35,80	0,00	3,04	GOOD

Tableau 32. Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe écologique et indice biotique AMBI en 2020

Au regard des faibles proportions d'espèces des groupes I (espèces sensibles à l'hypertrophisation) et II (espèces indifférentes à l'hypertrophisation), mais aussi des proportions plus importantes d'espèces des groupes III et IV (tolérantes à l'hypertrophisation et opportunistes de second ordre) sur l'ensemble des stations (excepté sur la station Ref Sud), il semble que la zone d'étude présente une perturbation (faible, et moyenne sur B02), notamment au regard d'un enrichissement en matière organique. La qualité écologique du site, au regard des peuplements benthiques, reste cependant bonne du fait de la forte présence d'espèces du groupe III.



3.5.1.4 Classification des peuplements benthiques

Il est possible d'effectuer une classification des communautés en présence. La mise en relation avec la typologie EUNIS (2012) a été réalisée et la traduction a été extraite des documents à disposition (Bajjouk *et al.*, 2015). Toutefois, il est à noter qu'il est parfois difficile d'attribuer précisément un type de communauté à une station donnée. En effet, il s'agit souvent de **milieux transitoires**, aux spécificités propres à plusieurs faciès (mosaïques d'habitats).

L'habitat trouvé pour la zone étudiée est le suivant :

A5.38

Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés

Ces biocénoses se développent dans des zones où les fonds détritiques sont recouverts par de la vase d'origine terrigène (dépôts des fleuves). Le sédiment est constitué de vase sableuse ou de sable vaseux, et parfois de vase indurée, riche en débris coquilliers ou en fragments volcaniques (scories) ; la sédimentation est suffisamment lente pour permettre le développement de l'épifaune sessile. Gravier, sable et vase sont mélangés dans des quantités variables mais la proportion de vase est toujours dominante.

Dénomination de la biocénose	CODE EUNIS
<i>Vase subtidale</i>	A5.3
<i>Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés</i>	A5.38
Dénomination de la biocénose	CODE N2000
<i>Sables vaseux et vases lagunaires et estuariennes (Méditerranée)</i>	1130-2
Dénomination de la biocénose	Typo MNHN
<i>Biocénose des fonds détritiques envasés (DE)</i>	IV.2.1.

Tableau 33. Tableau récapitulatif des biocénoses suivant les typologies

3.5.1.5 Exemples d'espèces caractéristiques¹⁶

Corbula gibba



Ce bivalve des Myoidae, souvent fousseurs ou foreurs, se distingue par coquille ventrue à peu près ovale et équilatérale. La valve droite fortement convexe chevauche la valve gauche plus étroite. *C. gibba* se trouve dans les sables vaseux et les graviers des étages infra- et circalittoral. Cette espèce s'étend de la Norvège à la Méditerranée.

Amphiura chiajei

Cette ophiure se repère par les petits écussons radiaux, dont ceux de chaque paire se touchent presque à la base des bras. Ces bras sont très longs et fins. *A. chiajei* occupe les eaux peu profondes du circalittoral et au-delà, sur des sables vaseux fins. Son aire de distribution va de la Norvège à la Méditerranée.



Apseudopsis latreillii



Ce petit crustacé ressemble à un isopode, mais s'en distingue par ses deuxièmes appendices thoraciques de grande taille et en pinces. Sa tête et les deux premiers segments sont recouverts par une carapace triangulaire. Son corps est très comprimé, rigide et peut faire jusqu'à 7 mm de long. Il peut se trouver de l'étage médio- à circalittoral peu profond dans les crevasses vaseuses, sous les pierres, dans les touffes d'algues etc ...

Nematonereis unicornis

Cet annélide polychète errant a la forme typique des vers annelés : cylindrique, long (jusqu'à 400 segments) et mince. Sa tête arrondie a deux yeux et une antenne unique assez courte. De couleur rose pâle dans la partie antérieure et orangé ou verdâtre postérieurement, la surface de son corps est très irisée. Il est trouvé dans les sables vaseux, sous les pierres et dans les dragages côtiers (Fauvel).



¹⁶ HAYWARD, P., NELSON-SMITH, T. & SHIELDS, C. (1998). Guide des bords de mer. Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée. Les compagnons du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé ; <https://doris.ffessm.fr/>.

***Melinna palmata***

Ce polychète sédentaire de 15 à 20 mm de long élabore un tube épais de vase, posé sur le fond (l'espèce peut constituer des tapis parfois). Sa tête possède de nombreux tentacules à vocation nutritive. Il présente, en arrière des branchies, deux crochets foncés. Il est retrouvé à mer basse dans la vase et le sable vaseux des herbiers de Zostères et dans les dragages sur fond de vase.

Ce ver annélide polychète fait partie de la famille des Capitellidae. Son corps, renflé au niveau du thorax, est très fragile dans sa partie postérieure et, est rarement trouvé entier lors des prélèvements. Sa trompe rouge sombre et globuleuse qu'il sort et rentre pour activer sa circulation sanguine lui vaut le surnom de ver « goutte de sang ». Il se trouve dans divers types de sédiments, mais se plaît dans les sables vaseux.

Notomastus latericeus***Abra alba***

Ce petit mollusque bivalve à coquille lisse et blanche lustrée (jusqu'à 25 mm de long) s'enfouit peu profondément dans la vase et le sable fin. Il consomme divers dépôts grâce à leurs longs siphons extensibles séparés. Cette espèce se trouve sur toutes les côtes britanniques ; de la Norvège à la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest.

Les nucules sont facilement reconnaissables par les nombreuses petites dents identiques de la charnière. Cette espèce, à la coquille luisante, se reconnaît par la présence de bandes plus ou moins claires rayonnant de l'umbo. On la retrouve dans les substrats sableux, de la Grande-Bretagne à la Méditerranée.

Nucula nitidosa***Mysella (Kurtellia) bidentata***



Mollusque bivalve de très petite taille (3 à 4 mm) dont la coquille est ovulaire avec une sculpture concentrique. Sa couleur est plutôt blanche, avec un periostracum (fine couche sur la coquille) verdâtre ou jaunâtre. Cette espèce vit sur le milieu infralittoral et souvent en association avec des invertébrés dans des sédiments hétérogènes.



3.5.2 Comparaison inter-suivi de l'évolution des peuplements benthiques

3.5.2.1 Richesse spécifique (S) et densité (2008-2020)

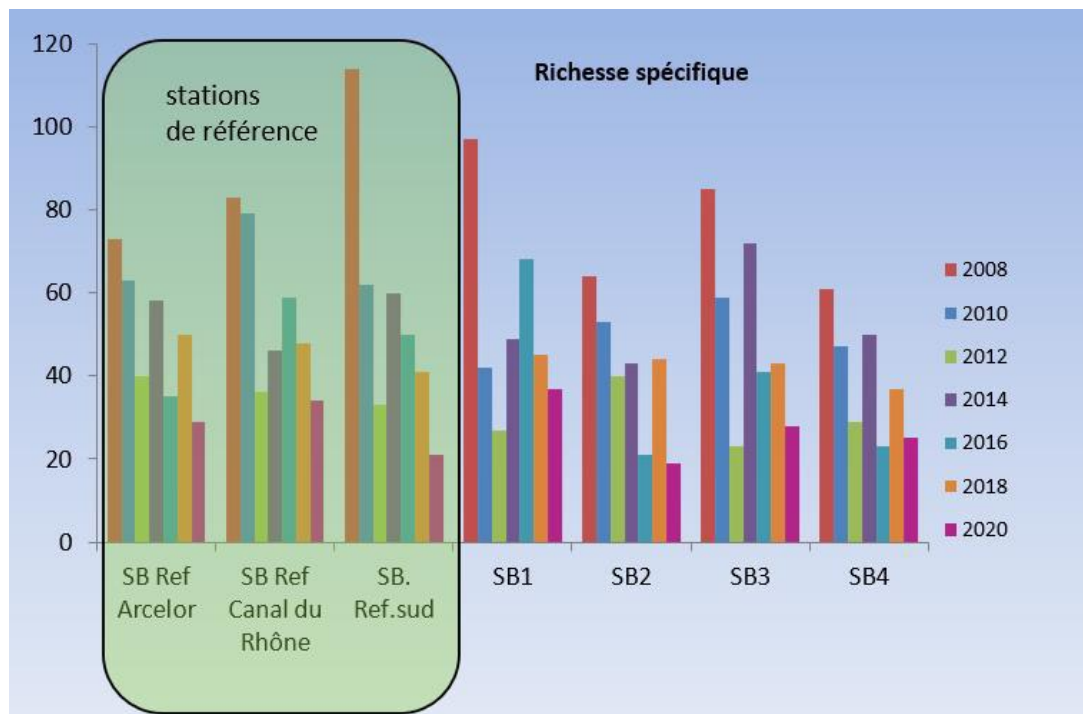


Figure 96. Comparaison de la richesse spécifique entre 2008 et 2020

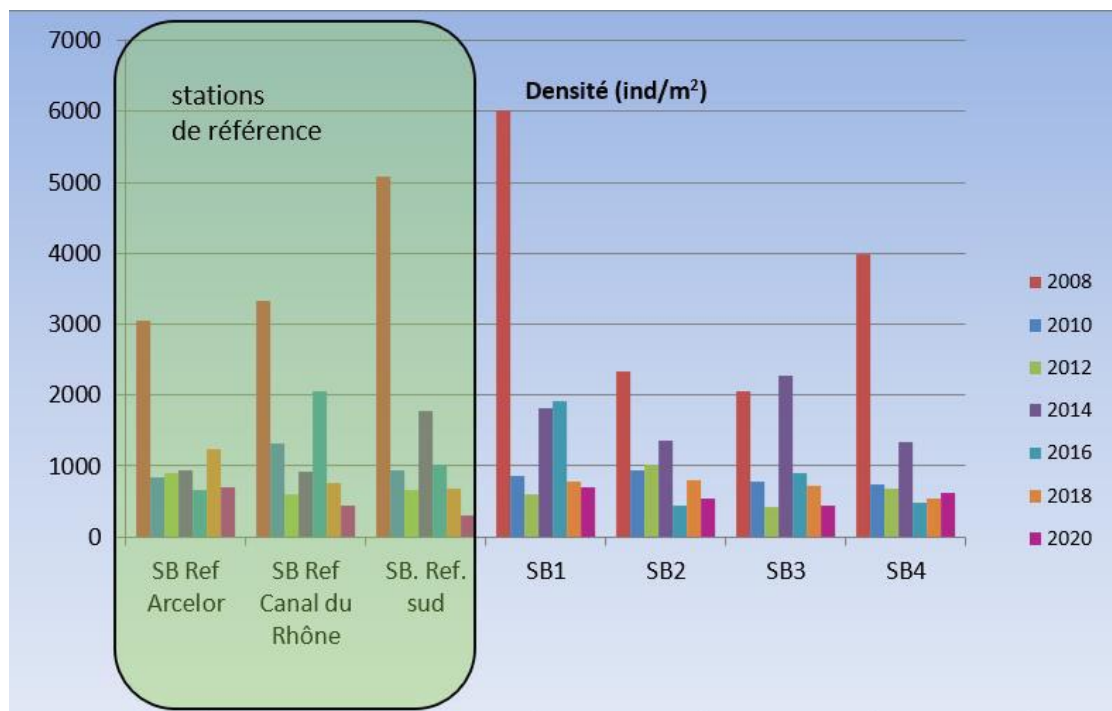


Figure 97. Comparaison de la densité (ind/m²) entre 2008 et 2020

Globalement sur toutes les stations la richesse spécifique décroît entre 2008 et 2012, 2014 montrait une légère augmentation. En 2016, présentait de nouveau une baisse de la diversité sur les stations sauf sur les stations SB Ref Canal du Rhône et sur SB1, où l'augmentation est notable. En 2018, il y avait une augmentation de la diversité sur un bon nombre de stations et au contraire, une baisse sur trois stations : SB1 au droit du rejet, SB Ref Canal du Rhône et SB Ref Sud. En 2020, il y a de nouveau une baisse de la diversité.

La richesse spécifique moyenne est en effet passée de 80 espèces en 2008 à 58 en 2010 contre seulement 33 en 2012, 54 espèces en 2014 et 42 en 2016. En 2018 les résultats étaient comparables à ceux de 2016 avec 44 espèces en moyenne sur l'ensemble des stations étudiées. En 2020, la moyenne est de 28 espèces pour l'ensemble des stations.

Concernant la densité, une forte baisse est observée entre 2008 et 2010 puis se stabilise entre 2010 et 2012. Alors que les prélèvements réalisés en 2014 montraient une légère hausse des densités sur les stations, les prélèvements en 2016 présentaient des résultats de nouveau en baisse (excepté sur la station de référence SB Canal du Rhône), en 2018 les valeurs étaient équivalentes ou plus faibles qu'en 2016. Seules deux stations présentaient une légère hausse de la densité : Sb Ref Arcelor et SB2. En 2020, une nouvelle baisse est observée sur l'ensemble des stations, hormis sur la station B04 où les résultats sont à peine plus élevés qu'en 2018.

En effet, les densités moyennes sont passées de 3600 ind/m² en 2008 à 900 et 700 ind/m² en 2010 et 2012, à 1484 ind/m² en 2014, à 1064 ind/m² en 2016, à 788 ind/m² en 2018 et à 535 ind/m² en 2020.

Il semble toutefois qu'il y ait un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. En effet, on observe d'une année sur l'autre que les espèces majoritaires ou structurantes sont plus ou moins abondantes ou même différentes. En termes d'abondance, on constatait que l'année 2008 présentait les plus fortes valeurs qui chutaient fortement en 2010 et semblaient réaugmenter en 2014, mais à nouveau baisser en 2016 et 2020.

Le mollusque *Corbula gibba* et l'ophiure *Amphiura chiajei* ainsi que le vers annélide *Mediomastus fragilis* semblent présenter des valeurs plus ou moins stables dans le temps.

La forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due à la localisation de la zone d'étude. En effet, le site se trouve dans une zone où les facteurs environnementaux influent fortement sur le milieu, une forte pluviométrie peut provoquer des variations importantes de la turbidité et de la salinité de l'eau et donc avoir une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu.



3.5.2.2 Indices de diversité (2008-2020)

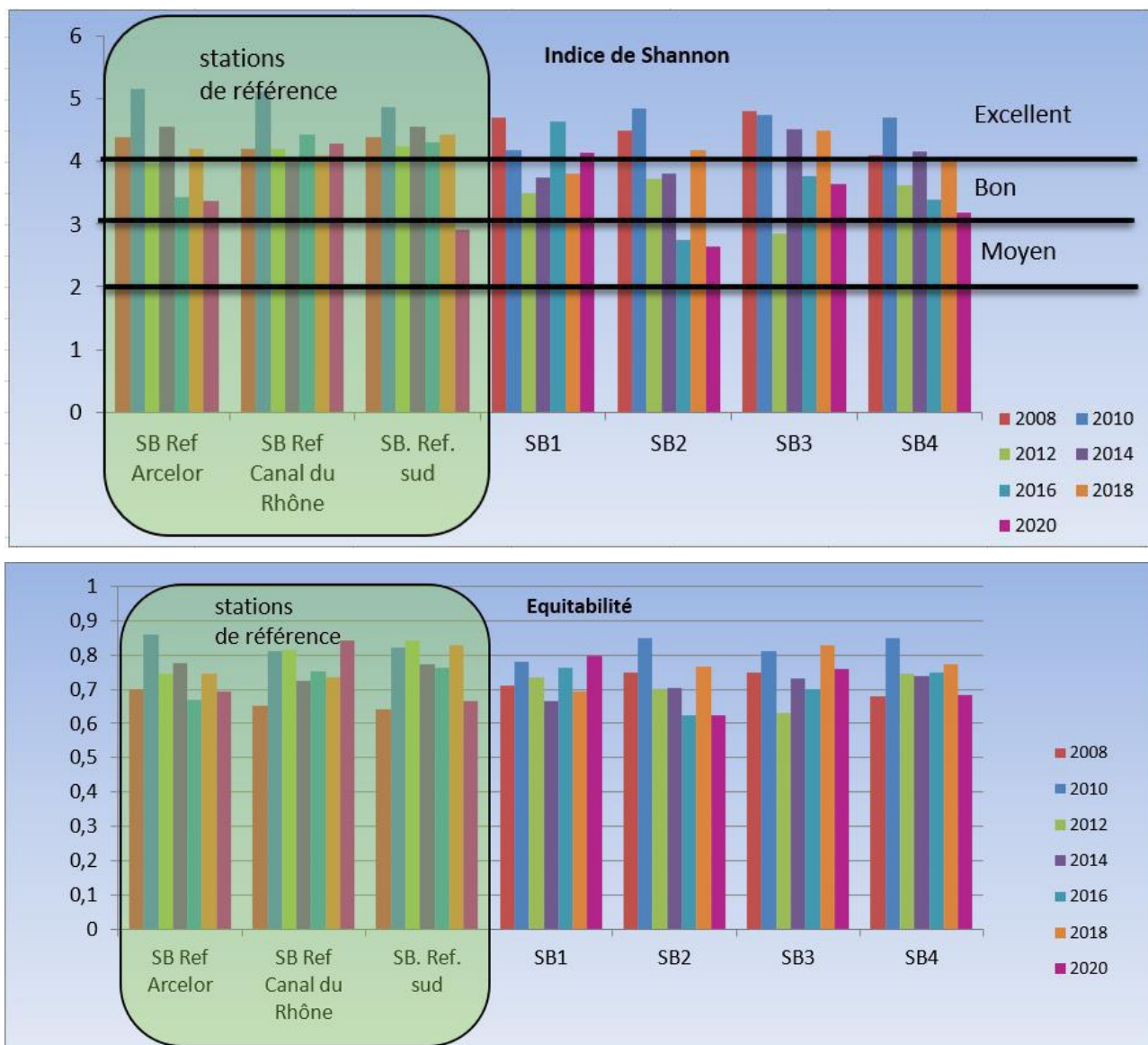


Figure 98. Comparaison entre 2008 et 2020 de l'indice de Shannon (en haut) et de l'Equitabilité (en bas)

Les valeurs de l'indice de Shannon calculées en 2020 présentent une baisse plus ou moins importante en fonction des stations. Seules les stations Ref Canal du Rhône et B01 présentent une légère augmentation par rapport à 2018. Les stations de référence montrent des valeurs de l'indice assez variables en 2020 les unes des autres. Les valeurs sont de valeur assez éloignées des autres suivis avec un indice autour de 2 à 3 contre 4 les autres années.

Les stations SB2, SB3 et SB4 stations montraient en 2018 une augmentation globale de l'indice, en passant de peuplements considérés comme des peuplements considérés comme « bons » en 2016, voir « moyen » pour la station SB2 en 2016 à « excellents » en 2018 (comme pour les suivis entre 2010 et 2014).

En 2020, les stations B02 et Ref Sud sont classées comme « moyennes », les stations B03, B04 et Ref Arcelor, comme « Bonnes » et B01 et Ref Canal du Rhône sont classées comme « excellentes ».

Cet indice montre donc une baisse de la diversité du peuplement entre 2008 et 2012 suivie d'une hausse en année 2014, d'une nouvelle baisse en 2016, d'un état en légère hausse pour 2018 (excepté sur la station SB1 située au droit du rejet tendance inversée de nouveau en 2020) et en légère baisse en 2020.

L'indice d'équitabilité est globalement bon durant les cinq suivis. Il n'y a pas de déséquilibre majeur observé sur les stations qu'elles soient de référence ou situées aux abords du rejet.

Les stations de référence montrent que l'indice d'équitabilité est plutôt constant depuis 2010. Seule l'étude de 2008 montrait sur deux stations, un indice inférieur à 0,7. C'était également le cas en 2016 sur la station Arcelor, qui présentait une valeur légèrement en dessous du seuil, sans en être trop éloignée (légère dominance d'une espèce au sein du peuplement), la même chose était visible en 2018, mais sur la station au droit du rejet SB1 ainsi qu'en 2020 sur les stations SB Ref Sud et SB2.

En 2020 les valeurs d'équitabilité sont en légère baisse sauf sur deux stations (SB Ref Canal du Rhône et SB1). Cela témoigne d'une structure de peuplement moyennement équilibrée avec un nombre moins élevé d'espèces. Les stations présentent un déséquilibre au sein de leur peuplement qui peut s'expliquer par une dominance d'une ou plusieurs espèces dans les prélèvements.

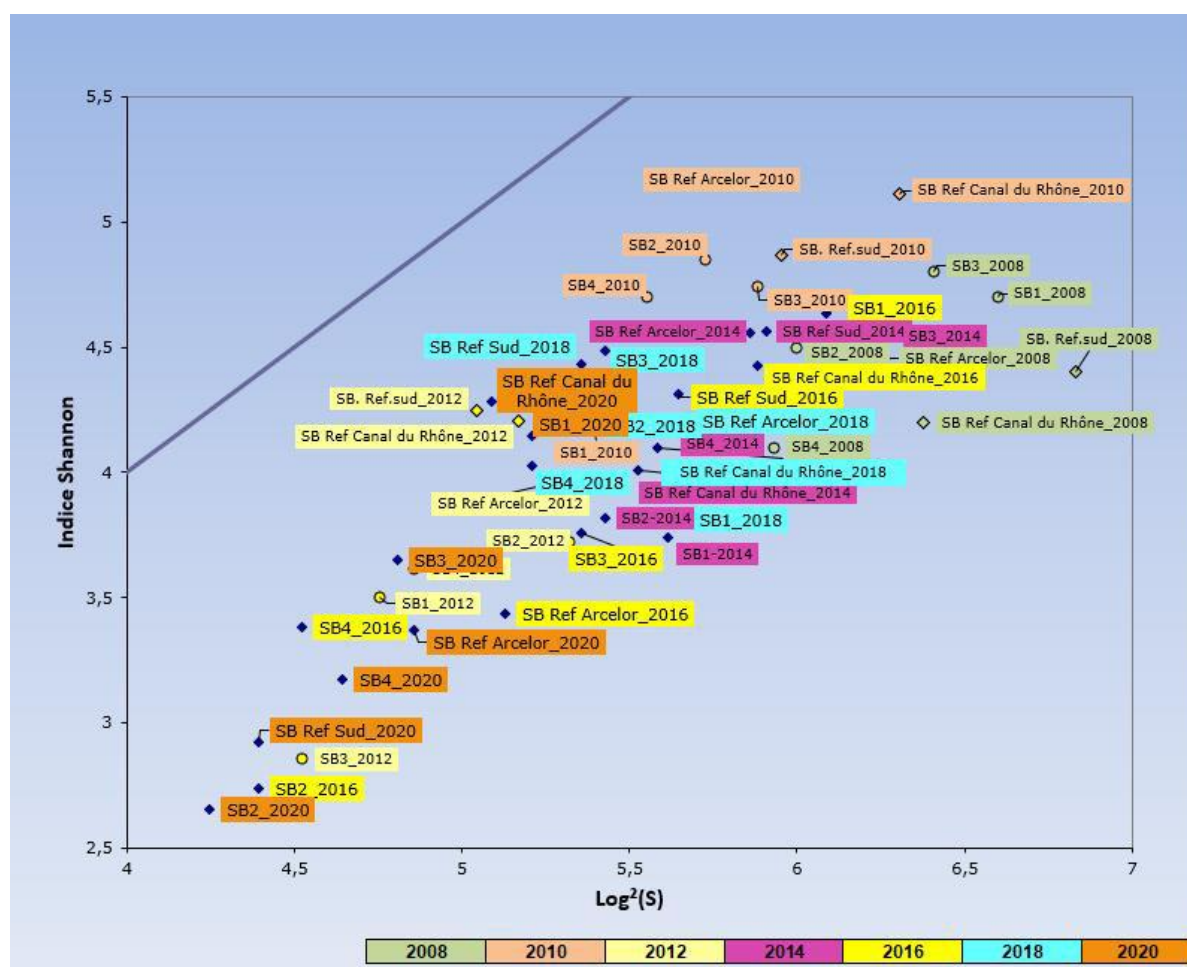


Figure 99. Modèle DIMO appliqué aux 7 stations sur les études (2008-2020)



La synthèse des 3 paramètres écologiques (Richesse spécifique, Shannon, Équitabilité) sur les 7 périodes d'études (2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et 2020) révèle les constats suivants :

- Une diversité écologique (indice de Shannon) plus ou moins similaire entre 2008, 2012 et 2014 avec toutefois une richesse spécifique ($\text{Log}^2(s)$) plus élevée en 2008.
Pour l'année 2018, les valeurs de diversité écologique sont plutôt variables, avec pour l'ensemble des stations, une diminution de la diversité sur un bon nombre de stations et au contraire, une augmentation sur 2 stations : SB1 au droit du rejet, SB Ref Canal du Rhône (qui étaient en baisse en 2018) ;
- Les richesses spécifiques ($\text{Log}^2(s)$) de l'année 2020 sont proches des résultats obtenus en 2014. Elles ne sont pas les valeurs les plus hautes de l'ensemble des suivis (obtenus en 2010) hormis sur la station SB Ref Canal du Rhône et reflètent des peuplements moyennement diversifiés et équilibrés ;

En conclusion, l'étude de 2008 montrait des valeurs de diversités spécifiques élevées. En 2010 on voyait la diversité spécifique diminuer au profit de la diversité écologique (indice de Shannon). L'année 2012 montrait une chute globale de la diversité écologique et spécifique. Un retour positif de la diversité spécifique était observé en 2014, mais l'année 2016 montrait de nouveau une légère baisse de diversité moyenne ainsi que de densités au sein des stations. L'année 2018 montrait une baisse de la diversité et de la densité même si les stations présentent des peuplements équilibrés. L'année 2020 montre une nouvelle fois une baisse de la diversité et de la densité et les peuplements montrent également des signes de déséquilibres.

3.5.3 Synthèse des peuplements benthiques

En 2020, les résultats des richesses spécifiques ne varient pas beaucoup d'une station à l'autre qu'elle soit de référence ou proche du rejet.

La richesse spécifique est comprise entre 19 (Station B02) et 37 espèces (Station B01). Les abondances sur les stations varient entre 92 (Station Ref Sud) et 210 individus/0.3 m² (Stations SB Ref Arcelor et B01).

La richesse spécifique moyenne est de 28 (± 7) espèces pour le site d'étude. L'abondance moyenne est de 160 (± 45) individus/0.3 m².

La densité moyenne est donc de 535 (± 149) individus/m², et a atteint au maximum 700 individus/m² sur les stations de Ref Arcelor (station de référence) et B01.

De plus *Corbula gibba* présente les abondances parmi les plus importantes, c'est donc une espèce structurante du peuplement, comme le sont également le bivalve *Abra alba*, les vers annélides *Mediomastus fragilis*, *Aphelocheata marioni* ou encore l'ophiure *Amphiura chiajei*.

Les indices de Shannon témoignent d'un peuplement globalement « bon » sur la darse. Pour les stations situées en sortie de rejet, les résultats sont variables : la station B02 est classée comme « moyenne », les stations B03 et B04, comme « bonnes » et B01 est classée comme « excellente ».

Les stations de référence sont classées de façon variable : Ref Sud classée comme « moyenne », Ref Arcelor, comme « bonne » et B Ref Canal du Rhône comme « excellente ».

Pour l'indice d'équitabilité, les stations d'étude présentent des valeurs variables, comprises entre 0,62 et 0,80 avec une moyenne de 0,72 ($\pm 0,08$). Trois stations présentent un indice supérieur à 0,70 (B01, B03 et Ref Canal du Rhône) ; les autres stations présentent des valeurs très légèrement sous le seuil (0,62 pour B02 à 0,69 pour Ref Arcelor). Cela témoigne d'une structure de peuplement moyennement équilibrée avec un nombre moins élevé d'espèces. Les stations présentent un déséquilibre au sein de leur peuplement qui peut s'expliquer par une dominance d'une ou plusieurs espèces dans les prélèvements.

Les résultats concernant la richesse spécifique, la densité des espèces et leur répartition au sein des stations échantillonnées se révèlent plutôt moyens pour les stations étudiées, qu'elles soient stations de référence ou stations de suivis. Certaines disparités apparaissent entre les stations, notamment sur la station SB2 qui présente une diversité inférieure aux autres.

Les résultats de l'indice AMBI sur les stations du site révèlent que celles-ci présentent une légère perturbation, la plus faible étant la station SB Ref Sud. Cette perturbation est plus particulièrement visible sur les stations SB Ref Arcelor, SB2 et SB4 (présence assez forte d'espèces opportunistes de second ordre).

La présence moyenne d'espèces sensibles et indifférentes à l'hypertrophisation et la dominance d'espèces tolérantes et opportunistes de second ordre sont révélatrices d'un état environnemental légèrement à moyennement perturbé. Avec la dominance de quelques espèces, l'AMBI révèle une



légère de perturbation au regard de l'apport en matière organique sur les stations. (large présence d'espèces opportunistes de second ordre, petites espèces à cycle court abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées).

Au regard des faibles proportions d'espèces des groupes I (espèces sensibles à l'hypertrophisation) et II (espèces indifférentes à l'hypertrophisation), mais aussi des proportions plus importantes d'espèces des groupes III et IV (tolérantes à l'hypertrophisation et opportunistes de second ordre) sur l'ensemble des stations (excepté sur la station Ref Sud), il semble que la zone d'étude présente une perturbation (faible, et moyenne sur B02), notamment au regard d'un enrichissement en matière organique.

La qualité écologique du site, au regard des peuplements benthiques, reste cependant bonne du fait de la forte présence d'espèces du groupe III.

La qualité écologique au regard des critères DCE est considérée comme « bonne » sur les stations d'étude et « moyenne » sur la station B02.

L'analyse des données écologiques recueillies entre 2008 et 2020 semble indiquer qu'il y ait un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. Ceci est assez visible entre 2018 et 2020.

D'une année sur l'autre, les espèces majoritaires ou structurantes sont effectivement plus ou moins abondantes ou même différentes. Deux espèces présentent néanmoins des valeurs plus ou moins stables dans le temps : le mollusque *Corbula gibba* et l'ophiure *Amphiura chiajei*. Cette forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due aux facteurs environnementaux qui influent fortement sur le milieu et ont donc une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu. Les paramètres fluctuent donc d'une année à l'autre.

L'étude de 2008 montrait ainsi des valeurs de diversités spécifiques élevées. En 2010, la diversité spécifique diminuait au profit de la diversité écologique (indice de Shannon). L'année 2012 montrait ensuite une chute globale de la diversité écologique et spécifique, et un retour positif de la diversité spécifique était observé en 2014. En 2016, cette dernière était de nouveau diminuée de façon générale, mis à part sur les stations Ref Canal du Rhône et sur la station au droit du rejet SB1 où la richesse spécifique avait augmenté entre 2014 et 2016. L'année 2018 montrait une baisse de la diversité et de la densité même si les stations présentent des peuplements équilibrés. L'année 2020 montre une nouvelle fois une baisse de la diversité et de la densité et les peuplements montrent également des signes de déséquilibres.

Les résultats obtenus témoignent de légères perturbations au droit du rejet et sur les stations de références équivalentes aux suivis antérieurs (2012-2018).

4 SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET CONCLUSION

L'activité sidérurgique de la société ASCOMETAL entraîne l'évacuation d'un rejet aqueux au niveau du milieu marin. Une étude d'impact a été réalisée en 2008 et, à sa suite, un suivi régulier à 2 ans d'intervalle a été mis en place à dater de 2010.

Le suivi réalisé en 2020 a permis de mettre en évidence les niveaux de contamination du milieu au niveau des sédiments et de la matière vivante (espèce bioindicatrice) ; et d'établir un diagnostic de l'état des peuplements benthiques.

En 2020, les mesures d'autosurveillance, montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en cadmium en février. Un petit épisode d'augmentation dans les concentrations en métaux est visible, couplé à une augmentation du débit en mars.

Les résultats de l'autosurveillance au fil des années montrent **une nette amélioration de la qualité des eaux de rejet**. Cette amélioration est visible notamment entre 2014 et 2020. Les valeurs des éléments testés au-delà des seuils sont très faibles.

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2020 ont montré que **la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement équivalentes**.

Cependant, comme pour les suivis précédents, il est important de noter la part plus importante de sable caractérisant l'échantillon SB Ref Sud vis-à-vis des autres stations échantillonnées. Cette proportion tendait à diminuer entre 2012 et 2016 et à augmenter en 2018 et 2020. Les autres prélèvements présentent des taux plutôt stables en particules de diamètre inférieur à 63 µm (léger ensablement sur les stations Ref Canal du Rhône et S6) mis à part la station de référence Lag Asco qui voit sa proportion de sédiments fins réaugmenter considérablement en 2020.

L'envasement globale de la zone proximité du rejet est beaucoup moins visible lors de cette campagne contrairement aux autres suivis.

L'étude de la granulométrie dans la zone d'étude depuis 2012 indique l'existence d'une fluctuation plus ou moins chaotique dans le temps selon les stations. L'évolution des facteurs hydrodynamiques (courants, houles, débits du canal) peut être mise en cause dans le déplacement des masses sédimentaires dans la zone d'étude.

La contamination organique s'est maintenue entre 2018 et 2020 sur la plupart des stations et a ponctuellement **diminué légèrement** pour certains paramètres, **excepté au droit du rejet**, sur la station SB1, où l'on observe **un pic de concentration pour toutes les éléments organiques et nutritifs** mesurés.

La contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la **contamination** des sédiments situés à sa **proximité immédiate** (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations



ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet.

Concernant les métaux, les concentrations restent en **2020 relativement équivalentes aux valeurs mesurées en 2018** sur l'ensemble des stations **excepté au droit du rejet sur la station SB1** ; où des fortes valeurs sont encore visibles bien qu'en baisse.

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration entre 2018 et 2020 de certains composants sur les stations S5 et SE Lag Asco.

Le Chrome présente également une légère augmentation sur quelques stations, mais qui ne sont pas situées nécessairement au droit du rejet. Le mercure montre aussi des augmentations, mais ces dernières sont légères et les forts pourcentages d'augmentations résultent plus de la non-détection sur certaines stations en 2018.

La station qui présente le plus de diminution entre 2018 et 2020 est la station SB1 alors que cette dernière présentait de fortes augmentations entre 2016 et 2018.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2020 est difficilement discriminable.

Ces résultats ne se retrouvent pas forcément dans l'analyse de la **contamination des moules**.

En 2020, comme en 2018, la quasi-totalité des contaminants métalliques se retrouve dans les moules dans des concentrations **peu élevées à faibles, voire très faibles**. La contamination par les métaux des moules de la darse a beaucoup diminué entre les deux suivis pour la plupart des stations. Certains éléments sont toutefois présents à des concentrations légèrement plus élevées à la station SB5. En 2018, l'impact du rejet sur la contamination des moules est considéré comme « de base ».

Les concentrations différentes retrouvées dans **le sédiment et les moules** peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des **bio-indicateurs** et mettent en évidence des pollutions plutôt **chroniques** ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode **ponctuel de pollution**.

L'impact du rejet est donc moins élevé en 2020 qu'en 2018, notamment au droit du rejet (SB1) notamment pour tous les éléments organiques et les métaux.

Les valeurs mesurées sont cependant plutôt faibles à moyennes au regard des seuils existants et des données mesurées dans les réseaux de surveillance (REPOM, ROCCH) pour l'ensemble des stations excepté pour la station de la Lagune et selon les éléments mesurés pour la station SB1 pour lesquelles les valeurs sont plutôt élevées au regard de ces seuils.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2020, hormis sur **la station S5 qui présente des valeurs plus importantes** pour la quasi-totalité des HAP par rapport aux autres stations.

Sur toutes les autres stations, les concentrations sont légèrement plus basses qu'en 2018 et la proportion de chaque congénère dans les échantillons est relativement équivalente. Sur la station S5, les congénères les plus représentés sont le phénanthrène et l'anthracène et le fluorène.

Les stations situées au droit du rejet ne présentent pas, comme en 2018, une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse hormis en phénanthrène.

L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2020 **montrent une concentration maximale au niveau de la station SB4, SB1 et SB2 située au droit du rejet** (comme en 2016 et 2018). L'indice hydrocarbure a bien augmenté sur toutes les stations entre 2018 et 2020 mis à part sur SB1 où une très légère diminution est observée.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAPs réglementaires.

Une nette augmentation de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2020. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.

Aucune contamination et aucun impact du rejet sur la concentration en **PCB des sédiments** ne sont observés en 2020.

Dans les **moules**, en 2020, la station présentant la valeur la plus élevée de **HAP (totaux)** était la station MV Ref Arcelor avec 7,6 mg/kg MS (avec le Pyrène qui domine les contaminations). Les autres stations présentent des valeurs plus faibles.

En 2020 comme pour les suivis précédents, les **PCBs** majoritaires étaient les congénères 138 et 153.

L'impact du rejet sur la contamination en HAP et en PCB peut être considéré comme négligeable en 2020 bien qu'un apport semble être mesuré par l'analyse de l'indice hydrocarbure sur les sédiments.

L'analyse des données écologiques recueillies entre 2008 et 2020 semble indiquer qu'il y ait un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. D'une année sur l'autre, les espèces majoritaires ou structurantes sont effectivement plus ou moins abondantes ou même différentes. Cette forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due aux facteurs environnementaux qui influent fortement sur le milieu et ont donc une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu. Les paramètres fluctuent donc d'une année à l'autre. **Les résultats obtenus en 2020 témoignent de perturbations au droit du rejet et sur les stations de références équivalentes aux suivis antérieurs (2012-2018).**



L'analyse des données benthiques n'indique pas de relations fortes et significatives entre l'influence éventuelle du rejet ASCOMETAL et les perturbations des indices écologiques mesurées dans les échantillons en 2020 et depuis 2008.

L'analyse des différents compartiments (sédiment, matière vivante et peuplements benthique) montre que le rejet a une incidence notable en 2020 sur son milieu récepteur. Des fluctuations de certains paramètres analysés indiquent qu'il contribue ponctuellement à la contamination du milieu, notamment aux vues des résultats des éléments (métaux, éléments organiques) mesurés dans les sédiments au droit du rejet (SB1). Il est à noter que la darse est soumise à de multiples sources d'apports et les évolutions du milieu y apparaissent complexes d'un suivi à l'autre.

Dans ce contexte, nous préconisons de poursuivre ce suivi tous les deux ans.

BIBLIOGRAPHIE

ALZIEU C. 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed.Ifremer, 248 p.

ANDRAL B., ALZIEU C., BERTRANDY M-C., BOISSERRY P., DAURE S., PATRONE., REBOUILLON P., THEBAULT H., 2002. Les guides méthodologiques du RLM. Evaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment. Réseau Littoral Méditerranéen.

ANDRAL B., TOMASINO C., 2004. Réseau Intégrateurs Biologiques - RINBIO 2003 : Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation des stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2003. Ifremer publ., 75 p.

ANDRAL B., TOMASINO C., 2007. Réseau Intégrateurs Biologiques - RINBIO 2006 : Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation des stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2006. Ifremer publ., 102 p.

BRAVARD J.P. & CLEMENT A., 2008. Le Rhône en 100 questions. Zone Atelier du Bassin du Rhône. 297pp.

Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2019. Résultats acquis jusqu'en 2019. Ifremer/ODE/UL/LER-PAC/20-05, 125 p

CQEL 13 - DDTM 13 / Service de la Mer et du Littoral / REPOM 2014 - Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.

CREOCEAN, 2008. Etude d'impact des rejets aqueux sur le milieu marin de la Darse 1. ASCO INDUSTRIE/CREOCEAN.

HERMAND R., 2008. Réponse d'une communauté macrobenthique méditerranéenne soumise à des apports sédimentaires allochtones naturels ou anthropiques. Thèse de doctorat - Université Aix-Marseille II. 234pp.

IFREMER, 2008. Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires - Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

IFREMER, 2010. RINBIO 2009 - Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2009. 88pp.

IFREMER, 2012. Qualité du Milieu Marin Littoral - Bulletin de la surveillance 2011. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse. Rapport RST/ODE/LER-PAC/12-08, 80 p.



IFREMER, 2013. Réseaux de surveillance DCE - Campagne 2012 - District « Rhône et côtiers méditerranéens », 132pp.

IFREMER, 2014. Qualité du Milieu Marin Littoral - Bulletin de la surveillance 2013. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse. Rapport ODE/LITTORAL/LER-PAC/14-07, 81 p.

IFREMER, 2018. Marco-Miralles Françoise, Orsoni Valerie, Brach-Papa Christophe. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2017. Départements des Bouches du Rhône, du Var, des Alpes Maritimes et de Haute-Corse. ODE/UL/LER-PAC/18-06.

LICARI M-L., 1998. Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire. IARE / Région PACA / Agence de l'Eau RMC, 315 p.

RNO, 2006. Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 2006. Ifremer et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. ISSN 1620-1124

OSPAR, 2004. Lignes directrices OSPAR remaniées sur la gestion des matériaux de dragage. 33 p.

SAFEGE, 2011. Suivi de l'impact des rejets d'ASCO INDUSTRIE sur le milieu marin. ASCO INDUSTRIE/SAFEGE.

NORTEKMED / OCEANIDES, 2010. Projet de réaménagement des plages du golfe de Fos - Mesures des courants marins et de houle / Mesures météorologiques. SAN Ouest Provence. 96pp.

ULSES C., 2002. Modélisation de la circulation dans le golfe de Fos. Rapport de stage (3ème année d'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Marseille). 109pp.



ANNEXES

ANNEXE 01 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE EUROFINIS

SETEC IN VIVO
Claire ETIENNE
ZA la Grande Halte
29940 LA FORET FOUESNANT

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Marine Guth / MarineGUTH@eurofins.com / +33 388029020

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	SB Ref Canal du Rhône
002	Sédiments	(SED)	S6
003	Sédiments	(SED)	SB4
004	Sédiments	(SED)	SB1
005	Sédiments	(SED)	SE Lag ASCO
006	Sédiments	(SED)	SB2
007	Sédiments	(SED)	SB Ref Arcelor
008	Sédiments	(SED)	SB3
009	Sédiments	(SED)	S5
010	Sédiments	(SED)	SB Ref Sud

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SB Ref
Canal du
Rhône
SED****002****S6****003****SB4****004****SB1****005****SE Lag
ASCO****006****SB2****SED****SED****SED****SED****SED**

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : **Séchage à 40°C**

* -

* -

* -

* -

* -

* -

LSA07 : **Matière sèche**

% P.B.

* 55.0

* 66.8

* 52.3

* 57.7

* 15.7

* 48.2

XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**

% P.B.

* 44.7

* 36.3

* 37.2

* 32.3

* 39.5

* 21.2

LKX80 : **Mise en solution KCl**

-

-

-

-

-

-

Mesures physiques

LS918 : **Masse volumique sur échantillon brut**

g/cm³

1.47

1.70

1.62

1.72

1.16

1.50

LS901 : **Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)**

% MS

6.9

7.3

9.1

8.2

15.4

7.4

LS995 : **Perte au feu à 550°C**

% MS

6.71

5.04

9.36

8.78

15.4

10.9

LS4WH : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm**

%

* 6.51

* 6.31

* 10.70

* 10.15

* 9.17

* 10.57

LS4P2 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm**

%

* 47.84

* 45.33

* 74.81

* 66.04

* 43.44

* 74.26

LSQK3 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm**

%

* 62.60

* 59.88

* 94.61

* 84.75

* 84.30

* 93.69

LS3PB : **Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm**

%

* 82.15

* 90.88

* 99.22

* 97.69

* 94.16

* 99.62

LS9AT : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm**

%

* 100.00

* 100.00

* 100.00

* 100.00

* 100.00

* 100.00

LS9AS : **Fraction 2 - 20 µm**

%

* 41.33

* 39.03

* 64.10

* 55.89

* 34.26

* 63.69

LSSKU : **Fraction 20 - 63 µm**

%

* 14.76

* 14.54

* 19.81

* 18.72

* 40.87

* 19.43

LS9AV : **Fraction 63 - 200 µm**

%

* 19.55

* 31.01

* 4.61

* 12.93

* 9.86

* 5.92

LS3PC : **Fraction 200 - 2000 µm**

%

* 17.85

* 9.12

* 0.78

* 2.31

* 5.84

* 0.38

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SB Ref
Canal du
Rhône
SED****002****S6****003****SB4****004****SB1****005****SE Lag
ASCO****006****SB2****SED****SED****SED****SED****SED**

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

Analyses immédiates

LSL4H : **pH H2O**

pH extrait à l'eau

Température de mesure du pH

°C

8.8

8.9

8.9

8.8

7.5

8.8

21

22

21

21

20

21

Indices de pollution

LS904 : **Mise en solution****(Lixiviation 1 heure) - L/S = 10**LS0DR : **Fluorure soluble**

mg/kg M.S.

LS1MD : **Nitrate soluble (NO3)**

mg/kg M.S.

LS1ME : **Nitrite soluble (NO2)**

mg/kg M.S.

LS916 : **Azote Kjeldahl (NTK)**

g/kg M.S.

LS897 : **Chrome (VI) soluble**

mg/kg M.S.

LS917 : **Cyanures totaux**

mg/kg M.S.

LS1Z8 : **Ammonium extrait au****KCL (NH4)**mg NH4/kg
M.S.LSSKM : **Carbone organique total (COT) par****combustion sèche (Sédiments)**

Carbone Organique Total par Combustion

mg/kg M.S.

Coefficient de variation (CV)

%

Fait

Fait

Fait

Fait

Fait

Fait

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

73.3

56.4

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

*

1.5

*

1.0

*

2.00

*

1.3

*

2.2

*

1.8

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

<1.5

<0.5

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

141

102

*

15900

*

9390

*

22900

*

18100

*

32700

*

25700

*

10.1

Métaux

XXS01 : **Minéralisation eau****régale - Bloc chauffant**LS862 : **Aluminium (Al)**

mg/kg M.S.

LS865 : **Arsenic (As)**

mg/kg M.S.

*

-

*

-

*

-

*

-

*

-

*

-

*

8550

*

6830

*

10600

*

10400

*

3180

*

11700

*

7.01

*

7.90

*

10.1

*

11.9

*

50.2

*

12.9

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SB Ref
Canal du
Rhône
SED****002****S6****003****SB4****004****SB1****005****SE Lag
ASCO****006****SB2****SED****SED****SED****SED****SED****SED**

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

Métaux

LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	17.1	*	12.8	*	26.4	*	35.2	*	890	*	24.2
LS875 : Etain (Sn)	mg/kg M.S.	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	65.0	*	<5.18
LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S.	*	20500	*	16900	*	30300	*	31000	*	273000	*	32000
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	*	388	*	375	*	433	*	442	*	6170	*	480
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	18.8	*	16.9	*	23.7	*	27.6	*	267	*	24.7
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	560	*	495	*	525	*	549	*	4570	*	569
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	21.0	*	18.0	*	30.9	*	65.7	*	1200	*	29.4
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	69.6	*	59.0	*	93.7	*	214	*	5970	*	89.0
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	0.12	*	<0.10	*	0.12	*	0.12	*	0.10	*	0.12
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.13	*	0.12	*	0.15	*	0.26	*	1.21	*	0.13
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	30.1	*	23.4	*	41.7	*	76.3	*	2200	*	43.7
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		1280		1140		1200		1260		10500		1300

Hydrocarbures totaux

LSA6G : Hydrocarbures totaux (8 tranches)													
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	97.9	*	76.7	*	191	*	188	*	8960	*	187
C10 - C12 inclus	%		0.66		1.47		1.65		0.10		0.49		0.54
> C12 - C16 inclus	%		1.35		1.77		2.80		2.24		6.34		2.71
> C16 - C20 inclus	%		5.89		5.97		7.00		7.12		10.53		7.05
> C20 - C24 inclus	%		12.24		12.06		13.29		13.69		15.64		12.14
> C24 - C28 inclus	%		18.63		16.97		20.04		20.20		26.60		17.33
> C28 - C32 inclus	%		28.13		30.74		26.06		26.66		21.82		30.93

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001 SB Ref Canal du Rhône SED	002 S6 SED	003 SB4 SED	004 SB1 SED	005 SE Lag ASCO SED	006 SB2 SED
30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020
02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020
15.6°C	15.6°C	15.6°C	15.6°C	15.6°C	15.6°C

Hydrocarbures totaux

LSA6G : Hydrocarbures totaux (8 tranches)

> C32 - C36 inclus	%	24.06	21.38	20.60	20.55	12.86	21.35
> C36 - C40 inclus	%	9.04	9.66	8.57	9.44	5.72	7.97

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.0084	*	0.011	*	0.051	*	0.022	*	0.017	*	0.027
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.024	*	0.016	*	0.027	*	0.042	*	0.033	*	0.029
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.069	*	0.055	*	0.084	*	0.11	*	0.065	*	0.11
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.055	*	0.039	*	0.048	*	0.072	*	0.041	*	0.058
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.038	*	0.029	*	0.064	*	0.055	*	0.026	*	0.059
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.044	*	0.033	*	0.039	*	0.073	*	0.018	*	0.071
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.024	*	0.019	*	0.055	*	0.027	*	0.03	*	0.03
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.012	*	0.01	*	0.021	*	0.019	*	0.011	*	0.014
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	0.018	*	0.019	*	0.012	*	0.043	*	0.015	*	0.016
LSRHW : Acénaphtène	mg/kg M.S.	*	0.014	*	0.0086	*	0.0097	*	0.029	*	0.013	*	0.0095
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.019	*	0.015	*	0.02	*	0.028	*	0.021	*	0.029
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.063	*	0.047	*	0.074	*	0.08	*	0.054	*	0.077
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.056	*	0.042	*	0.093	*	0.077	*	0.05	*	0.084
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.028	*	0.017	*	0.03	*	0.04	*	0.015	*	0.041
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.044	*	0.036	*	0.07	*	0.069	*	0.041	*	0.066
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.034	*	0.025	*	0.057	*	0.044	*	0.039	*	0.044

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
SB Ref
Canal du
Rhône
SED
002
S6
003
SB4
004
SB1
005
SE Lag
ASCO
006
SB2
SED**SED****SED****SED****SED**

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.	0.55	0.42	0.75	0.83	0.49	0.76
-----------------------	------------	------	------	------	------	------	------

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.016	*	<0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.01	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0012	*	0.0073	*	<0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0012	*	0.0066	*	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	0.0022	*	0.0072	*	0.0044	*	0.0087	*	0.048	*	0.003
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0022	*	0.0073	*	0.0051	*	0.0095	*	0.055	*	0.0032
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	0.0014	*	0.0066	*	0.0027	*	0.0061	*	0.031	*	0.0022
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.008		0.023		0.014		0.028		0.174		0.010

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	2.2	*	3.5	*	2.4	*	<2.0
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	2.3	*	2.1	*	<2.0	*	2.1
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.		<10		<10		<10		<10		<10		<10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	4.6	*	3.5	*	5.8	*	4.8	*	2.6
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPHT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IM : MonoOctylétain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
**SB Ref
Canal du
Rhône
SED**
002
S6
003
SB4
004
SB1
005
**SE Lag
ASCO**
006
SB2
SED
SED
SED
SED
SED

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

30/09/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

02/10/2020

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

15.6°C

Organoétains

 LS2IN : DiOctyletain cation-Sn
(DOT)

µg Sn/kg M.S.

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

 LS2IP : Tricyclohexyletain
cation-Sn (TcHexT)

µg Sn/kg M.S.

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
**SB Ref
Arcelor
SED**

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

008
SB3
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

009
S5
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

010
SB Ref Sud
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

Préparation Physico-Chimique

 XXS06 : **Séchage à 40°C**

* - * - * - * -

 LSA07 : **Matière sèche**

% P.B.

* 51.9 * 47.5 * 45.9 * 69.5

 XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**

% P.B.

* 17.3 * 49.2 * 41.9 * 1.95

 LKX80 : **Mise en solution KCl**

- - - -

Mesures physiques

 LS918 : **Masse volumique sur échantillon brut**

g/cm³

1.50 1.47 1.43 1.88

 LS901 : **Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)**

% MS

6.9 7.6 8.0 1.7

 LS995 : **Perte au feu à 550°C**

% MS

7.71 10.4 9.21 1.53

 LS4WH : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm**

%

* 10.41 * 10.81 * 10.14 * 1.33

 LS4P2 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm**

%

* 70.96 * 77.59 * 75.42 * 8.88

 LSQK3 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm**

%

* 88.77 * 95.16 * 92.95 * 13.24

 LS3PB : **Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm**

%

* 97.77 * 99.68 * 97.30 * 68.35

 LS9AT : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm**

%

* 100.00 * 100.00 * 100.00 * 100.00

 LS9AS : **Fraction 2 - 20 µm**

%

* 60.55 * 66.77 * 65.28 * 7.55

 LSSKU : **Fraction 20 - 63 µm**

%

* 17.81 * 17.58 * 17.53 * 4.36

 LS9AV : **Fraction 63 - 200 µm**

%

* 8.99 * 4.52 * 4.35 * 55.11

 LS3PC : **Fraction 200 - 2000 µm**

%

* 2.24 * 0.32 * 2.70 * 31.65

Analyses immédiates

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007	008	009	010
SB Ref	SB3	S5	SB Ref Sud
Arcelor			
SED	SED	SED	SED
30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020
02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020
15.6°C	15.6°C	15.6°C	15.6°C

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O

pH extrait à l'eau

Température de mesure du pH

°C

8.9	8.9	9.3	9.0
21	21	22	21

Indices de pollution

LS904 : Mise en solution

(Lixiviation 1 heure) - L/S = 10

LS0DR : Fluorure soluble

mg/kg M.S.

LS1MD : Nitrate soluble (NO3)

mg/kg M.S.

LS1ME : Nitrite soluble (NO2)

mg/kg M.S.

LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)

g/kg M.S.

LS897 : Chrome (VI) soluble

mg/kg M.S.

LS917 : Cyanures totaux

mg/kg M.S.

LS1Z8 : Ammonium extrait au

KCL (NH4)

mg NH4/kg

M.S.

LSSKM : Carbone organique total

mg/kg M.S.

(COT) par combustion sèche

(Sédiments)

Fait	Fait	Fait	Fait
<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
<20.0	43.7	<22.3	<20.0
<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
* 1.5	* 2.1	* 2.2	* <0.5
<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
22.9	<20.0	<20.0	<20.0
* 20400	* 26900	* 28000	* 2010

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau

régale - Bloc chauffant

LS862 : Aluminium (Al)

mg/kg M.S.

LS865 : Arsenic (As)

mg/kg M.S.

LS874 : Cuivre (Cu)

mg/kg M.S.

*	-	*	-	*	-	*	-
*	10300	*	10500	*	11500	*	4490
*	9.94	*	15.1	*	14.4	*	7.19
*	20.3	*	23.4	*	28.0	*	<5.00

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
**SB Ref
Arcelor
SED**

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

008
SB3
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

009
S5
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

010
SB Ref Sud
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

Métaux

LS875 : Etain (Sn)	mg/kg M.S.	*	<5.00	*	<5.41	*	<5.00	*	<5.00
LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S.	*	30300	*	29100	*	31800	*	9870
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	*	435	*	508	*	529	*	296
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	22.9	*	23.8	*	25.5	*	11.4
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	517	*	556	*	609	*	316
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	26.5	*	29.5	*	32.9	*	6.02
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	78.1	*	81.0	*	93.3	*	24.8
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	0.10	*	0.12	*	0.15	*	<0.10
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.13	*	0.13	*	0.15	*	<0.10
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	34.5	*	35.8	*	46.0	*	11.8
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		1180		1270		1400		724

Hydrocarbures totaux

LSA6G : Hydrocarbures totaux (8 tranches)									
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	141	*	101	*	129	*	<15.0
C10 - C12 inclus	%		1.24		1.11		1.91		-
> C12 - C16 inclus	%		3.50		3.07		3.46		-
> C16 - C20 inclus	%		8.86		10.92		7.96		-
> C20 - C24 inclus	%		12.92		19.07		12.63		-
> C24 - C28 inclus	%		19.49		19.20		17.23		-
> C28 - C32 inclus	%		29.84		23.30		26.51		-
> C32 - C36 inclus	%		18.68		16.23		21.17		-

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007	008	009	010
SB Ref	SB3	S5	SB Ref Sud
Arcelor			
SED	SED	SED	SED
30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020	30/09/2020
02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020	02/10/2020
15.6°C	15.6°C	15.6°C	15.6°C

Hydrocarbures totaux

LSA6G : **Hydrocarbures totaux (8 tranches)**

> C36 - C40 inclus

%	5.47	7.09	9.12	-
---	------	------	------	---

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.046	*	0.063	*	0.12	*	<0.0022
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.019	*	0.026	*	0.47	*	<0.0022
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.07	*	0.096	*	1.1	*	<0.0022
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.041	*	0.059	*	0.24	*	0.0032
LSRHN : Benzo(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0023	*	0.07	*	0.093	*	<0.0022
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.057	*	0.046	*	0.13	*	<0.0022
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.05	*	0.056	*	0.051	*	<0.0022
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.018	*	0.023	*	0.02	*	<0.0022
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	0.01	*	0.014	*	0.18	*	<0.0022
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	0.0084	*	0.011	*	0.59	*	<0.0022
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.015	*	0.02	*	0.25	*	<0.0022
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.062	*	0.084	*	0.25	*	0.0023
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.082	*	0.1	*	0.11	*	0.0022
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.024	*	0.03	*	0.065	*	<0.0022
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.058	*	0.074	*	0.093	*	<0.0022
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.051	*	0.06	*	0.059	*	<0.0022
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.61		0.83		3.8		0.009

Polychlorobiphényles (PCBs)

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
**SB Ref
Arcelor**
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

008
SB3
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

009
S5
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

010
SB Ref Sud
SED

30/09/2020

02/10/2020

15.6°C

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0011	*	<0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	0.0034	*	0.0028	*	0.0026	*	<0.001
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0032	*	0.0032	*	0.0037	*	<0.001
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	0.0021	*	0.0018	*	0.0024	*	<0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.011		0.010		0.011		0.004

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	*	2.2	*	<2.0	*	2.5	*	<2.0
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	*	6.2	*	2.5	*	42	*	<2.0
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.		<10		<10		<10		<10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	*	2.8	*	2.2	*	4.3	*	<2.0
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPHT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IM : MonoOctyletain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IN : DiOctyletain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IP : Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Naphtalène est LQ labo/2	(010)	SB Ref Sud
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52 est LQ labo/2	(004)	SB1
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118 est LQ labo/2	(001) (002) (003) (006) (007) (008)	SB Ref Canal du Rhône / S6 / SB4 / SB2 / SB Ref Arcelor / SB3 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(010)	SB Ref Sud
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 118 est LQ labo/2	(009)	S5

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E171648

Version du : 16/10/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Date de réception technique : 01/10/2020

Première date de réception physique : 01/10/2020

Référence Dossier : N° Projet : 04848295

Nom Projet : ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH SEDIMENTS

Référence Commande :

**Gilles Lacroix**

Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 18 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° : 20E171648

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Emetteur : Mme Claire ETIENNE

Commande EOL : 006-10514-646464

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LKX80	Mise en solution KCl	Technique -			Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS0DR	Fluorure soluble	Potentiométrie (ESI) [Electrode spécifique] - Dosage selon NF T 90-004	20	mg/kg M.S.	
LS1MD	Nitrate soluble (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1	20	mg/kg M.S.	
LS1ME	Nitrite soluble (NO2)		20	mg/kg M.S.	
LS1Z8	Ammonium extrait au KCL (NH4)	Titrimétrie [Distillation] - Méthode interne selon NFT 90-015-1	20	mg NH4/kg M.S.	
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)	GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	µg Sn/kg M.S.	
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IJ	Tétra-butylétain -Sn (TeBT)		10	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPhT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctylétain cation-Sn (MOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctylétain cation-Sn (DOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0	%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.001	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm		0	%	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog)	5	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS875	Etain (Sn)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885	5	mg/kg M.S.	
LS876	Fer (Fe)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog)	5	mg/kg M.S.	
LS879	Manganèse (Mn)		1	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° : 20E171648

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Emetteur : Mme Claire ETIENNE

Commande EOL : 006-10514-646464

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS897	Chrome (VI) soluble	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne selon NF T 90-043	0.5	mg/kg M.S.	
LS901	Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	Combustion - adaptée de XP P 94-047	0.1	% MS	
LS904	Mise en solution (Lixiviation 1 heure) - L/S = 10	Lixiviation - Méthode interne			
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - NF EN 13342 - Méthode interne (Sols)	0.5	g/kg M.S.	
LS917	Cyanures totaux	Flux continu [Extraction basique et dosage par flux continu] - NF EN ISO 17380+NF EN ISO 14403-2 (adapt. BO/SED)	0.5	mg/kg M.S.	
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne		g/cm³	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog)	0.1	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1	% MS	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0	%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0	%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSA6G	Hydrocarbures totaux (8 tranches)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN ISO 16703 (Sols)	15	mg/kg M.S.	
	Indice Hydrocarbures (C10-C40)			%	
	C10 - C12 inclus			%	
	> C12 - C16 inclus			%	
	> C16 - C20 inclus			%	
	> C20 - C24 inclus			%	
	> C24 - C28 inclus			%	
	> C28 - C32 inclus			%	
	> C32 - C36 inclus			%	
	> C36 - C40 inclus			%	
LSFEH	Somme PCB (7)	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP			mg/kg M.S.	
LSL4H	pH H2O	Potentiométrie - Ad. NF ISO 10390 (SED) NF EN 12176 (abrogée, BOU)			
	pH extrait à l'eau				
	Température de mesure du pH			°C	
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	

Annexe technique

Dossier N° : 20E171648

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Emetteur : Mme Claire ETIENNE

Commande EOL : 006-10514-646464

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.002	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	mg/kg M.S.	
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments) Carbone Organique Total par Combustion Coefficient de variation (CV)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	mg/kg M.S. %	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 (Boue et sédiments)			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisé [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	1	% P.B.	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 20E171648

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-193838-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-646464

Nom projet : N° Projet : 04848295

Référence commande :

ASCOMETAL 2020

Nom Commande : ASCOMETAL 2020 FOS / MER - GEOCH
SEDIMENTS

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SB Ref Canal du Rhône	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
002	S6	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
003	SB4	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
004	SB1	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
005	SE Lag ASCO	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
006	SB2	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
007	SB Ref Arcelor	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
008	SB3	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
009	S5	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		
010	SB Ref Sud	30/09/2020	01/10/2020	01/10/2020		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-001 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 10:35:16

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

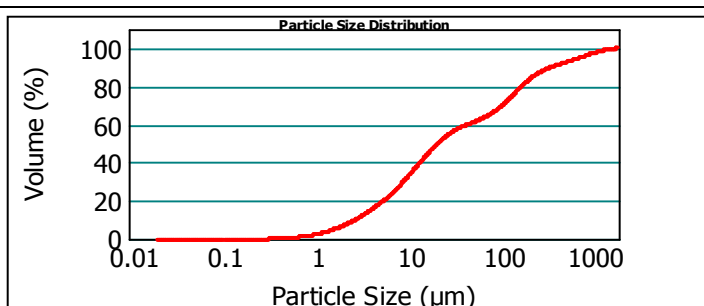
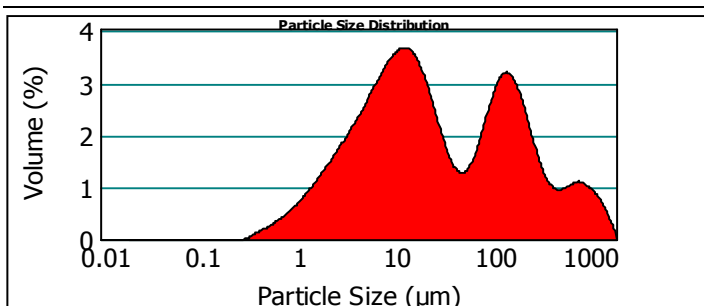
Surface spécifique : 0.82 m²/g **Moyenne :** 137.916 µm **Médiane :** 22.207 µm **Variance :** 75174.931 µm² **Ecart type :** 274.18 µm **Rapport moyenne/médiane :** 6.21 µm **Mode :** 13.387 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.50%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 47.84%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 62.60%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 82.15%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.50%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 41.33%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 12.80%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 21.51%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 14.76%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 19.55%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 17.85%



20e171648-001 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 10:35:16

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	2.16	8.000	4.93	30.000	3.46	150.000	5.81	500.000	1.14	1500.000	0.72
1.000	4.34	10.000	9.64	40.000	1.98	200.000	3.75	600.000	1.97	2000.000	
2.000	2.13	15.000	1.53	50.000	1.96	250.000	2.36	800.000	0.85		
2.500	5.80	16.000	5.05	63.000	5.83	300.000	2.58	900.000	0.73		
4.000	12.26	20.000	7.36	100.000	7.91	400.000	1.46	1000.000	2.29		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	26.69	30.000	55.19	150.000	76.34	500.000	92.30	1500.000	99.28
1.000	2.16	10.000	31.61	40.000	58.66	200.000	82.15	600.000	93.44	2000.000	100.00
2.000	6.50	15.000	41.26	50.000	60.64	250.000	85.89	800.000	95.40		
2.500	8.63	16.000	42.79	63.000	62.60	300.000	88.25	900.000	96.26		
4.000	14.43	20.000	47.84	100.000	68.43	400.000	90.83	1000.000	96.98		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurité : 9.38 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-002 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 10:41:55

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

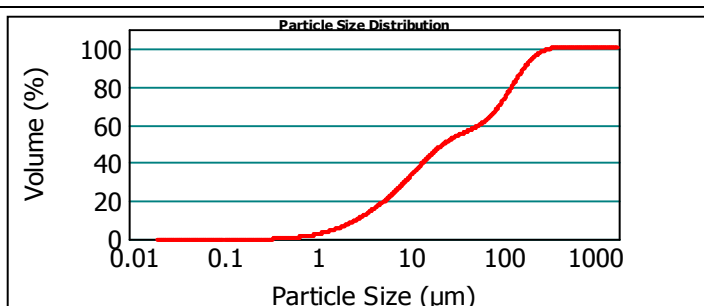
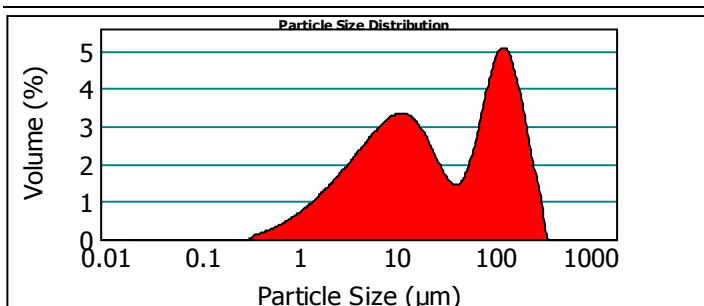
Surface spécifique : 0.793 m²/g **Moyenne :** 70.739 µm **Médiane :** 26.182 µm **Variance :** 6634.262 µm² **Ecart type :** 81.45 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.701 µm **Mode :** 138.567 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.31%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 45.33%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 59.88%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 90.88%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.31%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 39.03%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 11.97%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 33.58%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 14.54%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 31.01%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 9.12%



20e171648-002 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 10:41:55

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	2.08	8.000	4.65	30.000	3.25	150.000	8.71	500.000	0.00	1500.000	0.00
1.000	4.23	10.000	8.82	40.000	2.11	200.000	4.95	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.000	2.07	15.000	1.38	50.000	2.58	250.000	2.61	800.000	0.00		
2.500	5.67	16.000	4.52	63.000	9.40	300.000	1.55	900.000	0.00		
4.000	11.93	20.000	6.61	100.000	12.90	400.000	0.00	1000.000	0.00		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	25.98	30.000	51.94	150.000	82.17	500.000	100.00	1500.000	100.00
1.000	2.08	10.000	30.63	40.000	55.19	200.000	90.88	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.000	6.31	15.000	39.44	50.000	57.30	250.000	95.84	800.000	100.00		
2.500	8.37	16.000	40.82	63.000	59.88	300.000	98.45	900.000	100.00		
4.000	14.05	20.000	45.33	100.000	69.28	400.000	100.00	1000.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 7.82 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-003 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 10:47:59

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

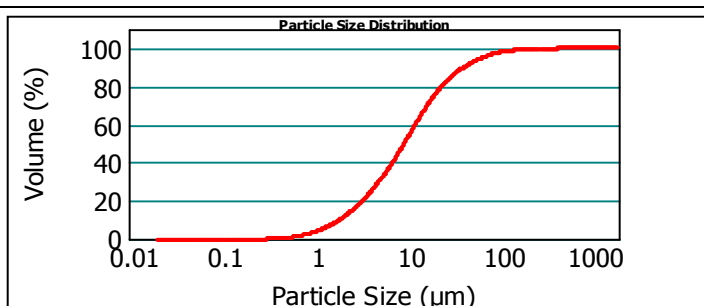
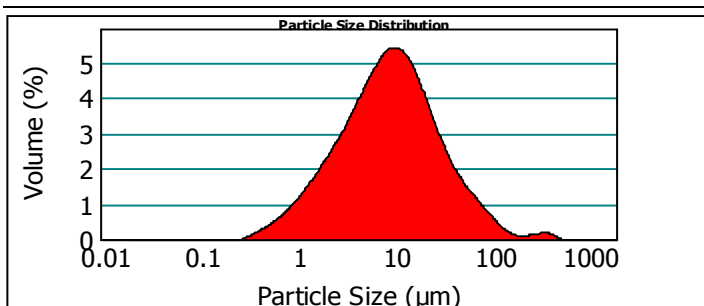
Surface spécifique : 1.31 m²/g **Moyenne :** 19.317 µm **Médiane :** 9.500 µm **Variance :** 1320.274 µm² **Ecart type :** 36.335 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.033 µm **Mode :** 10.633 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.70%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 74.81%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 94.61%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 99.22%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.70%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 64.10%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 17.47%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 6.94%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 19.81%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 4.60%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 0.78%



20e171648-003 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 10:47:59

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020		8.000	7.77	30.000	4.89	150.000	0.28	500.000		1500.000	0.00
1.000	3.53	10.000	14.11	40.000	2.88	200.000	0.13	600.000	0.01	2000.000	
2.000	7.17	15.000	2.11	50.000	2.33	250.000	0.15	800.000	0.00		
2.500	3.49	16.000	6.77	63.000	3.11	300.000	0.32	900.000	0.00		
4.000	9.56	20.000	9.71	100.000	1.21	400.000	0.17	1000.000	0.00		
8.000	20.28	30.000		150.000		500.000		1500.000	0.00		

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	44.04	30.000	84.52	150.000	98.94	500.000	99.99	1500.000	100.00
1.000	3.53	10.000	51.81	40.000	89.40	200.000	99.22	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.000	10.70	15.000	65.92	50.000	92.28	250.000	99.35	800.000	100.00		
2.500	14.19	16.000	68.03	63.000	94.61	300.000	99.50	900.000	100.00		
4.000	23.75	20.000	74.81	100.000	97.73	400.000	99.82	1000.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 **Durée d'analyse :** 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU **Indice de réfraction :** 1.33
0.020 µm à 2000 µm **Liquide :** Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 **Obscurité :** 10.15 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-004 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 10:55:59

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

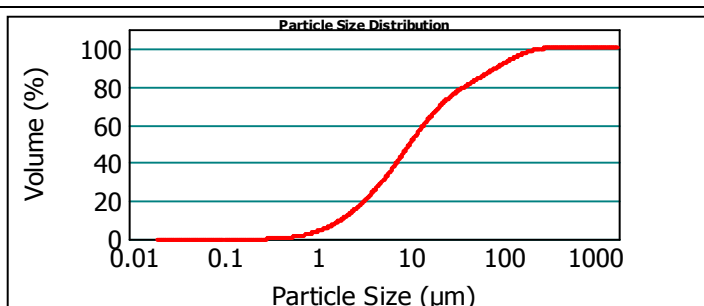
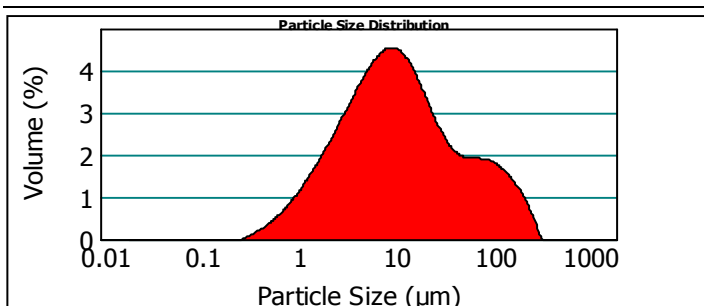
Surface spécifique : 1.21 m²/g **Moyenne :** 31.770 µm **Médiane :** 11.066 µm **Variance :** 2549.034 µm² **Ecart type :** 50.487 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.87 µm **Mode :** 9.920 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.15%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 66.04%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 84.75%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 97.69%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.15%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 55.89%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.80%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 15.85%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 18.71%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 12.93%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 2.31%



20e171648-004 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 10:55:59

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.32
1.000	6.83
2.000	3.32
2.500	8.99
4.000	17.98
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	6.56
10.000	11.69
15.000	1.74
16.000	5.60
20.000	8.27
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	4.52
40.000	3.01
50.000	2.92
63.000	5.72
100.000	4.59
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	2.62
200.000	1.48
250.000	0.72
300.000	0.12
400.000	0.00
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.00
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.32
2.000	10.15
2.500	13.47
4.000	22.46

Size (µm)	Vol Under %
8.000	40.44
10.000	47.01
15.000	58.69
16.000	60.43
20.000	66.04

Size (µm)	Vol Under %
30.000	74.31
40.000	78.83
50.000	81.84
63.000	84.75
100.000	90.47

Size (µm)	Vol Under %
150.000	95.07
200.000	97.69
250.000	99.16
300.000	99.88
400.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
500.000	100.00
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 8.77 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-005 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

mardi 13 octobre 2020 11:57:59

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

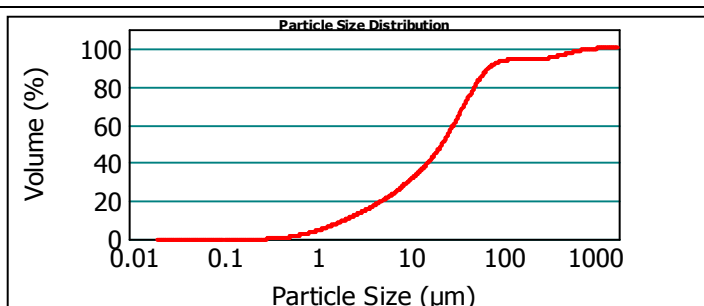
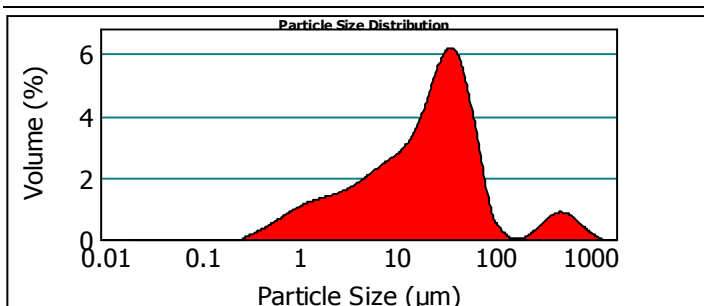
Surface spécifique : 0.996 m²/g **Moyenne :** 61.119 µm **Médiane :** 25.056 µm **Variance :** 20584.515 µm² **Ecart type :** 143.473 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.439 µm **Mode :** 39.927 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.17%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 43.43%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 84.30%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 94.16%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.17%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 34.26%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 33.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 17.73%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 40.87%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 9.86%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 5.84%



20e171648-005 (SED) - Average

mardi 13 octobre 2020 11:57:59

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	3.79	8.000	3.69	30.000	11.33	150.000	0.06	500.000	0.00	1500.000	100.00
1.000	5.39	10.000	7.62	40.000	8.87	200.000	0.07	600.000	1.40	2000.000	100.00
2.000	2.04	15.000	1.38	50.000	7.87	250.000	0.25	800.000	0.40		
2.500	4.83	16.000	5.32	63.000	8.55	300.000	0.94	900.000	0.26		
4.000	9.39	20.000	12.80	100.000	1.25	400.000	1.15	1000.000	0.32		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	25.43	30.000	56.24	150.000	94.11	500.000	96.58	1500.000	100.00
1.000	3.79	10.000	29.12	40.000	67.57	200.000	94.16	600.000	97.62	2000.000	100.00
2.000	9.17	15.000	36.74	50.000	76.44	250.000	94.24	800.000	99.02		
2.500	11.21	16.000	38.11	63.000	84.30	300.000	94.49	900.000	99.42		
4.000	16.04	20.000	43.43	100.000	92.85	400.000	95.43	1000.000	99.68		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 6.83 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-006 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 11:37:37

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

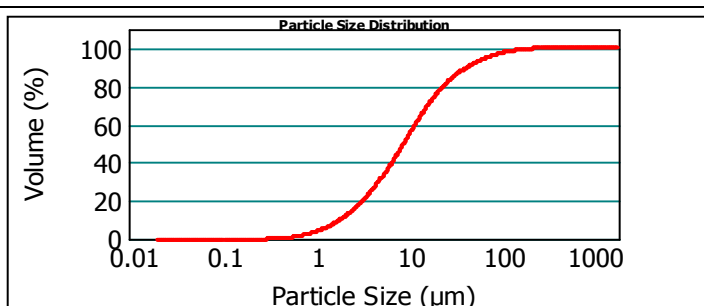
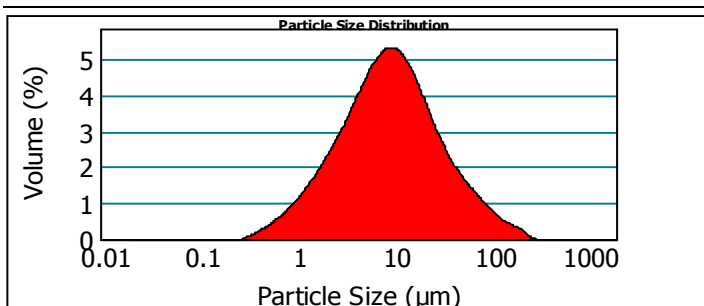
Surface spécifique : 1.3 m²/g **Moyenne :** 19.101 µm **Médiane :** 9.398 µm **Variance :** 834.258 µm² **Ecart type :** 28.883 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.032 µm **Mode :** 9.822 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.57%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 74.26%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 93.69%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 99.62%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.57%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 63.69%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 16.97%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 8.38%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 19.43%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 5.92%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 0.38%



20e171648-006 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 11:37:37

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020		8.000	7.72	30.000	4.80	150.000	0.73	500.000		1500.000	0.00
1.000	3.49	10.000	13.67	40.000	2.93	200.000	0.33	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.000	3.48	15.000	2.01	50.000	2.46	250.000	0.06	800.000	0.00		
2.500	9.72	16.000	6.42	63.000	3.48	300.000	0.00	900.000	0.00		
4.000	20.66	20.000	9.25	100.000	1.71	400.000	0.00	1000.000	0.00		
8.000		30.000		150.000		500.000	0.00	1500.000	0.00		

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	44.44	30.000	83.51	150.000	98.89	500.000	100.00	1500.000	100.00
1.000	3.49	10.000	52.16	40.000	88.31	200.000	99.62	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.000	10.57	15.000	65.83	50.000	91.24	250.000	99.94	800.000	100.00		
2.500	14.05	16.000	67.84	63.000	93.69	300.000	100.00	900.000	100.00		
4.000	23.78	20.000	74.26	100.000	97.18	400.000	100.00	1000.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 6.07 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-007 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 11:24:22

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

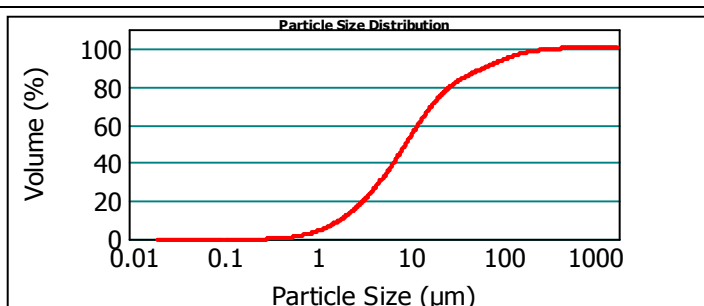
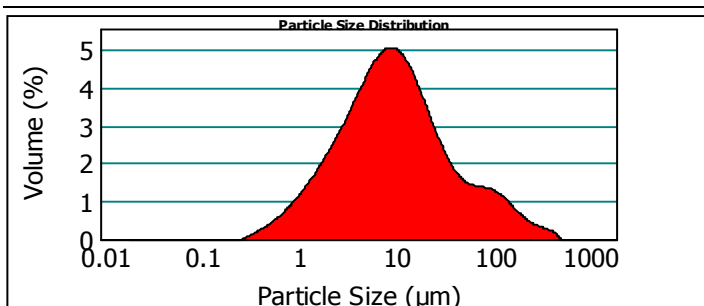
Surface spécifique : 1.26 m²/g **Moyenne :** 27.996 µm **Médiane :** 9.973 µm **Variance :** 2851.865 µm² **Ecart type :** 53.402 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.807 µm **Mode :** 9.753 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.41%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 70.96%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 88.77%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 97.77%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.41%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 60.55%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.51%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 11.29%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.81%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 8.99%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 2.23%



20e171648-007 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 11:24:22

Size (µm)	Volume In %
0.020	3.46
1.000	6.95
2.000	3.38
2.500	9.33
4.000	19.65
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	7.32
10.000	12.93
15.000	1.90
16.000	6.04
20.000	8.58
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	4.32
40.000	2.61
50.000	2.30
63.000	4.17
100.000	3.20
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.62
200.000	0.85
250.000	0.50
300.000	0.59
400.000	0.29
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	0.02
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	3.46
2.000	10.41
2.500	13.79
4.000	23.12

Size (µm)	Vol Under %
8.000	42.77
10.000	50.09
15.000	63.01
16.000	64.91
20.000	70.96

Size (µm)	Vol Under %
30.000	79.54
40.000	83.86
50.000	86.47
63.000	88.77
100.000	92.94

Size (µm)	Vol Under %
150.000	96.14
200.000	97.77
250.000	98.61
300.000	99.11
400.000	99.70

Size (µm)	Vol Under %
500.000	99.98
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00
1000.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 10.22 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-008 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 11:30:56

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

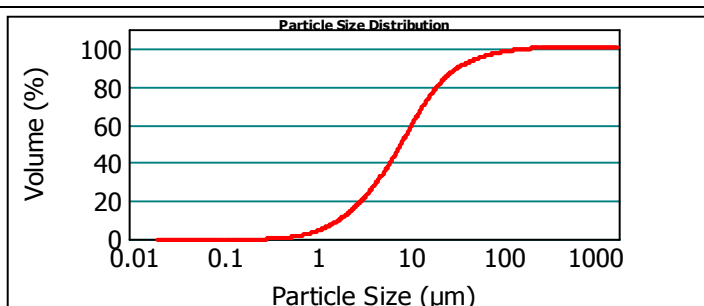
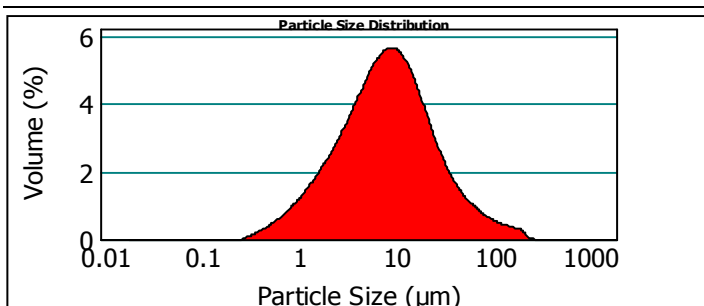
Surface spécifique : 1.34 m²/g **Moyenne :** 17.094 µm **Médiane :** 8.882 µm **Variance :** 700.673 µm² **Ecart type :** 26.47 µm **Rapport moyenne/médiane :** 1.924 µm **Mode :** 9.836 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.81%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 77.59%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 95.16%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 99.68%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.81%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 66.77%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.69%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 6.40%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.58%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 4.52%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 0.32%



20e171648-008 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 11:30:56

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020		8.000	8.21	30.000	4.26	150.000	0.67	500.000		1500.000	0.00
1.000	3.58	10.000	14.48	40.000	2.40	200.000	0.30	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.000	3.58	15.000	2.11	50.000	1.89	250.000	0.02	800.000	0.00		
2.500	10.06	16.000	6.62	63.000	2.52	300.000	0.00	900.000	0.00		
4.000	21.73	20.000	9.03	100.000	1.33	400.000	0.00	1000.000	0.00		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000	0.00		

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	46.18	30.000	86.61	150.000	99.01	500.000	100.00	1500.000	100.00
1.000	3.58	10.000	54.39	40.000	90.88	200.000	99.68	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.000	10.81	15.000	68.87	50.000	93.28	250.000	99.98	800.000	100.00		
2.500	14.39	16.000	70.97	63.000	95.16	300.000	100.00	900.000	100.00		
4.000	24.45	20.000	77.59	100.000	97.69	400.000	100.00	1000.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 **Durée d'analyse :** 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU **Indice de réfraction :** 1.33
0.020 µm à 2000 µm **Liquide :** Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 **Obscurité :** 8.42 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm **- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure**

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-009 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

jeudi 8 octobre 2020 11:56:15

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

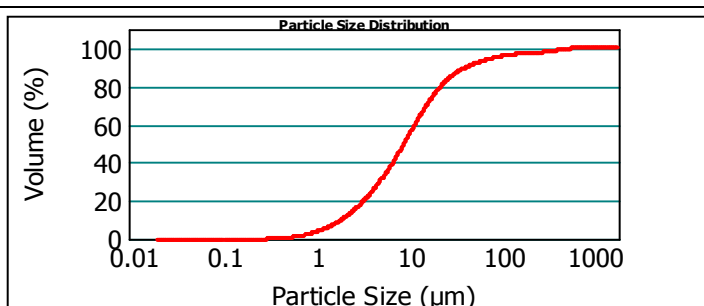
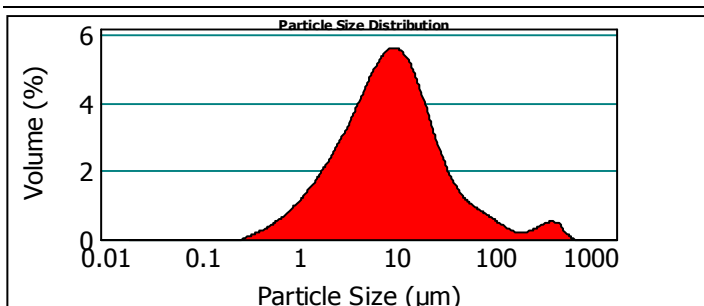
Surface spécifique : 1.28 m²/g **Moyenne :** 26.724 µm **Médiane :** 9.500 µm **Variance :** 4712.124 µm² **Ecart type :** 68.644 µm **Rapport moyenne/médiane :** 2.813 µm **Mode :** 10.477 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.14%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 75.42%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 92.95%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 97.30%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.14%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 65.28%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.75%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 6.13%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.53%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 4.35%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 2.70%



20e171648-009 (SED) - Average

jeudi 8 octobre 2020 11:56:15

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020		8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000	
1.000	3.34	10.000	8.08	40.000	4.21	200.000	0.46	600.000	0.46	2000.000	0.00
2.000	6.80	15.000	14.58	50.000	2.28	250.000	0.29	800.000	0.11		
2.500	3.38	16.000	2.15	63.000	1.78	300.000	0.32	900.000	0.00		
4.000	9.48	20.000	6.81	100.000	2.57	400.000	0.79	1000.000	0.00		
8.000	20.82	30.000	9.26	150.000	1.31	500.000	0.74	1500.000	0.00		

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	43.81	30.000	84.67	150.000	96.83	500.000	99.43	1500.000	100.00
1.000	3.34	10.000	51.88	40.000	88.89	200.000	97.30	600.000	99.89	2000.000	100.00
2.000	10.14	15.000	66.46	50.000	91.17	250.000	97.59	800.000	100.00		
2.500	13.51	16.000	68.61	63.000	92.95	300.000	97.90	900.000	100.00		
4.000	22.99	20.000	75.42	100.000	95.52	400.000	98.69	1000.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 **Durée d'analyse :** 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU **Indice de réfraction :** 1.33
0.020 µm à 2000 µm **Liquide :** Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 **Obscurité :** 9.51 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e171648-010 (SED) - Average

Opérateur :

FPEP

Date de l'analyse :

mercredi 7 octobre 2020 16:39:22

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

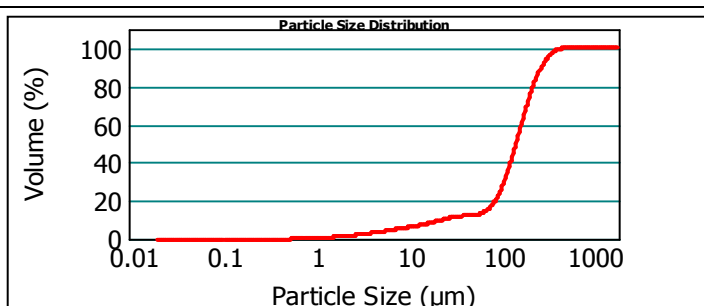
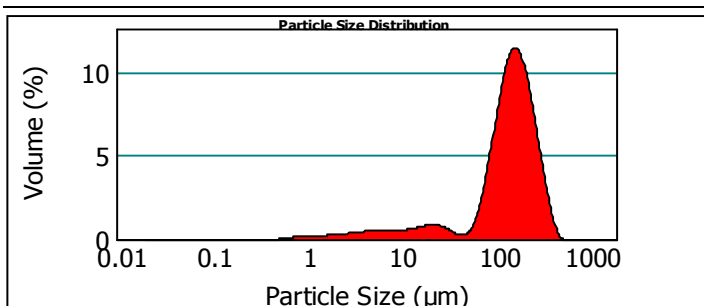
Surface spécifique : 0.187 m²/g **Moyenne :** 164.148 µm **Médiane :** 156.114 µm **Variance :** 8970.719 µm² **Ecart type :** 94.713 µm **Rapport moyenne/médiane :** 1.051 µm **Mode :** 170.072 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.33%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 8.88%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 13.24%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 68.35%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.33%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 7.55%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 3.55%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 55.92%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 4.36%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 55.11%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 31.65%



20e171648-010 (SED) - Average

mercredi 7 octobre 2020 16:39:22

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	0.42	8.000	0.77	30.000	1.00	150.000	21.28	500.000	0.01	1500.000	0.00
1.000	0.91	10.000	1.54	40.000	0.36	200.000	14.31	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.000	0.41	15.000	0.29	50.000	0.81	250.000	8.57	800.000	0.00		
2.500	1.14	16.000	1.12	63.000	0.81	300.000	7.36	900.000	0.00		
4.000	2.28	20.000	2.19	100.000	9.92	400.000	1.39	1000.000	0.00		
8.000		30.000		150.000	23.91	500.000		1500.000	0.00		

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	5.16	30.000	11.06	150.000	47.07	500.000	99.99	1500.000	100.00
1.000	0.42	10.000	5.93	40.000	12.07	200.000	68.35	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.000	1.33	15.000	7.47	50.000	12.43	250.000	82.66	800.000	100.00		
2.500	1.73	16.000	7.76	63.000	13.24	300.000	91.24	900.000	100.00		
4.000	2.88	20.000	8.88	100.000	23.16	400.000	98.60	1000.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 10.98 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971



Mode de calcul des sommes

Contexte



Nous vous rappelons que notre laboratoire a mis en place depuis 2017 un nouveau mode de calcul des sommes.

Il s'appuie sur l'**Arrêté du 21 décembre 2007** relatif aux modalités d'établissement des redevances pour pollution de l'eau et pour modernisation des réseaux de collecte, qui définit les règles d'utilisation d'un résultat inférieur à la limite de quantification lors d'un calcul.

Ce mode de calcul est déjà appliqué aux matrices solides (sols-boues-sédiments-solides divers-enrobés routiers). Il est désormais de même pour les matrices liquides (eaux douces-eaux résiduaires-eaux salines-éluats...) et les Gaz des Sols.

Cas général

Le résultat rendu dorénavant sur tous nos échantillons ne sera plus encadré par un intervalle de valeurs mais correspondra à un résultat unique. *LQ = limite de quantification*

1/ Existence d'une LQ réglementaire

Pour les matrices **Eaux résiduaires**, **Eaux douces** et **Sédiments**, la LQ réglementaire est celle définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'**Arrêté du 27 octobre 2011**, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau.

Pour la **matrice d'Eau de Consommation**, la LQ réglementaire est celle définie selon l'**Arrêté du 11 janvier 2019** modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux.

Résultat d'analyse $\leftarrow$ LQ laboratoire $\leftarrow$ LQ réglementaire
→ Résultat = 0

Exemple pour les métaux :

Cd : LQ labo = 0.1 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L
Pb : LQ labo = 0.05 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L

Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque métal sera « zéro ».

Résultat d'analyse $\leftarrow$ LQ laboratoire $\rightarrow$ LQ réglementaire
→ Résultat = LQ labo / 2

Exemple pour les PCB :

PCB 28 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
PCB 52 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
PCB 180 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L

Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque PCB sera « LQ labo/2 »

2/ Absence d'une LQ réglementaire

Résultat d'analyse $\leftarrow$ LQ laboratoire
→ Résultat = 0

Exemple pour les BTEX :

Benzène => < 10 µg/L

Toluène => < 10 µg/L

Ethylbenzène => < 10 µg/L

Xylènes => < 10 µg/L

Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque BTEX sera « zéro ».



Calcul de la somme des résultats

→ si au final la somme des résultats est égale à « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la LQ laboratoire la plus élevée des paramètres sommés

Exemple pour les BTEX :

LQ Benzène => < 10 µg/support

LQ Toluène => < 10 µg/support

LQ Ethylbenzène => < 10 µg/support

LQ Xylène => < 20 µg/support

Le résultat de la somme sera < 20 µg/support

→ si au final la somme des résultats est différente de « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la somme des résultats obtenus pour les différents paramètres sommés.

Exemple pour les urées :

Buturon = 0.05 µg/L

Chlorbromuron = 0.05 µg/L

Chlortoluron < 0.05 µg/L

Le résultat de la somme sera de 0.05 + 0.05 + 0 = 0.10 µg/L.

Cas particuliers

À partir de janvier 2020 pour les analyses nécessitant une pondération dans le rendu des résultats, le calcul des sommes sera également modifié.

Cette évolution fera l'objet d'une communication particulière prochainement.

**ANNEXE 02 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE LABOCEA**

REÇU LE
29 OCT. 2020

Client : SETEC IN VIVO

Date de réception : 02/10/2020 - Site de Brest

Référence :
Site de prélèvement : *Setec In Vivo*
Préleveur :
Point de prélèvement :
Nature de l'échantillon : *Chairs de moules*
Date de prélèvement : 30/09/2020

SETEC IN VIVO
ZA de la grande halte
29940 LA FORET FOUESNANT
Type de prélèvement :
Ech 1 : *N.T 051935 - UV 1*
Date de début d'analyse : 09/10/2020

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Acenaphtene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Acenaphthylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(b)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(g,h,i)Perylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(k)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Chrysene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Dibenzo(a,h)Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluorene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Indenopyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Naphtalene	B	GC/MS	NF EN ISO 10301	<0.05	mg/kg MS	0.05
Phenanthrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Somme des 16 HAP quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	<SEUIL	mg/kg MS	SEUIL

Copie à :
Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourn - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport, sauf celles fournies par le client (identifiées en *bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr


Ech 1 : **N.T 051935 - UV 1**

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES TOTAUX					
Hydrocarbures Totaux	B	Méthode interne par saponification	44	mg/kg MS	5
POLYCHLORO BIPHENYLS					
PCB 101	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01
PCB 118	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01
PCB 138	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01
PCB 153	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01
PCB 180	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01
PCB 28	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01
PCB 62	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01
PCB Totaux	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.2
Somme des 7 PCB quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	mg/kg MS	0.01

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en bleu italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ), (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboceaa.fr - site internet : laboceaa.fr



Point de prélèvement :

Nature de l'échantillon : *Chairs de moules*

Date de prélèvement : 30/09/2020

Type de prélèvement :

Ech 1 : *N.T 051936 - UV2*

Date de début d'analyse : 09/10/2020

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Acénaphthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Acénaphthylène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Pyrène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(b)Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(g,h,i)Pérylène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(k)Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Chrysène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Dibenzo(a,h)Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluorène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Indénopyrène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Naphtalène	B	GC/MS	NF EN ISO 10301	<0.05	mg/kg MS	0.05
Phénanthrène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Pyrène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Somme des 16 HAP quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	<SEUIL	mg/kg MS	SEUIL
HYDROCARBURES TOTAUX						
Hydrocarbures Totaux	B		Méthode interne par saponification	56	mg/kg MS	5
POLYCHLORO BIPHENYLS						
PCB 101	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 118	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 138	B	GC/MS	XP X 33012	0.03	mg/kg MS	0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourn - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ), (ac) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site Internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr


Ech 1 : **N.T 051936 - UV2**

Paramètres	Méthodes		Normes	Résultats	Unités	LQ
PCB 153	B	GC/MS	XP X 33012	0.04	mg/kg MS	0.01
PCB 180	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 28	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 52	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB Totaux	B	GC/MS	XP X 33012	<0.2	mg/kg MS	0.2
Somme des 7 PCB quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	0.07	mg/kg MS	0.01

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr



Point de prélèvement :

Nature de l'échantillon : *Chairs de moules*

Date de prélèvement : 30/09/2020

Type de prélèvement :

Ech 1 : *N.T 051937 - UV 3*

Date de début d'analyse : 09/10/2020

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Acenaphthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Acenaphthylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(b)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(g,h,i)Perylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(k)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Chrysene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Dibenzo(a,h)Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluorene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Indenopyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Naphtalene	B	GC/MS	NF EN ISO 10301	<0.05	mg/kg MS	0.05
Phenanthrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Somme des 16 HAP quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	<SEUIL	mg/kg MS	SEUIL
HYDROCARBURES TOTAUX						
Hydrocarbures Totaux	B		Méthode interne par saponification	39	mg/kg MS	5
POLYCHLORO BIPHENYLS						
PCB 101	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 118	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 138	B	GC/MS	XP X 33012	0.03	mg/kg MS	0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en bleu italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr


Ech 1 : **N.T 051937 - UV 3**

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
PCB 163	B	GC/MS	XP X 33012	0.04	mg/kg MS	0.01
PCB 180	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 28	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 52	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB Totaux	B	GC/MS	XP X 33012	<0.2	mg/kg MS	0.2
Somme des 7 PCB quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	0.07	mg/kg MS	0.01

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

Cople à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en bleu italique) qui peuvent affecter la validité des résultats. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ), (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site Internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site Internet : laboce.fr



Point de prélèvement :

Type de prélèvement :

Nature de l'échantillon : *Chairs de moules*

Date de prélèvement : 30/09/2020

Ech 1 : *N.T 051938 - UV 4*

Date de début d'analyse : 09/10/2020

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Acénaphthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Acénaphthylène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(b)Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(g,h,i)Perylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(k)Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Chrysène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Dibenzo(a,h)Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluorene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Indenopyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Naphtalène	B	GC/MS	NF EN ISO 10301	<0.05	mg/kg MS	0.05
Phénanthrène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Somme des 16 HAP quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	<SEUIL	mg/kg MS	SEUIL
HYDROCARBURES TOTAUX						
Hydrocarbures Totaux	B		Méthode interne par saponification	49	mg/kg MS	5
POLYCHLORO BIPHENYLS						
PCB 101	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 118	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 138	B	GC/MS	XP X 33012	0.02	mg/kg MS	0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ), (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNO = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr


Ech 1 : **N.T 051938 - UV 4**

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
PCB 153	B	GC/MS	XP X 33012	0.03	mg/kg MS	0.01
PCB 180	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 28	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 52	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB Totaux	B	GC/MS	XP X 33012	<0.2	mg/kg MS	0.2
Somme des 7 PCB quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	0.05	mg/kg MS	0.01

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

Cople à :

Sites de LABOCEA : B : Brast-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ), (ac) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr



Point de prélèvement :

Nature de l'échantillon : *Chairs de moules*

Date de prélèvement : 30/09/2020

Type de prélèvement :

Ech 1 : *N.T 051939 - UV Ref Haco2*

Date de début d'analyse : 09/10/2020

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Acenaphthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Acenaphthylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(b)Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(g,h,i)Perylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(k)Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Chrysène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Dibenzo(a,h)Anthracène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluoranthène	B	GC/MS	XP X 33012	0.01	mg/kg MS	0.01
Fluorène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Indenopyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Naphtalène	B	GC/MS	NF EN ISO 10301	<0.05	mg/kg MS	0.05
Phenanthrène	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	0.02	mg/kg MS	0.01
Somme des 16 HAP quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	0.03	mg/kg MS	0.01
HYDROCARBURES TOTAUX						
Hydrocarbures Totaux	B		Méthode Interne par saponification	76	mg/kg MS	5
POLYCHLORO BIPHENYLS						
PCB 101	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 118	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 138	B	GC/MS	XP X 33012	0.02	mg/kg MS	0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr


Ech 1 : *N.T 051939 - UV Ref Haco2*

Paramètres	Méthodes		Normes	Résultats	Unités	LQ
PCB 153	B	GC/MS	XP X 33012	0.03	mg/kg MS	0.01
PCB 180	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 28	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 52	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB Totaux	B	GC/MS	XP X 33012	<0.2	mg/kg MS	0.2
Somme des 7 PCB quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	0.05	mg/kg MS	0.01

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

Cople à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement et effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ), (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - D = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr



Point de prélèvement :

Nature de l'échantillon : *Chairs de moules*

Date de prélèvement : 30/09/2020

Type de prélèvement :

Ech 1 : *N.T 051940 - UV Ref Sud*

Date de début d'analyse : 09/10/2020

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Acenaphtene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Acenaphtylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(b)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(g,h,i)Perylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(k)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Chrysene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Dibenzo(a,h)Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluorene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Indenopyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Naphtalene	B	GC/MS	NF EN ISO 10301	<0.05	mg/kg MS	0.05
Phenanthrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Somme des 16 HAP quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	<SEUIL	mg/kg MS	SEUIL
HYDROCARBURES TOTAUX						
Hydrocarbures Totaux	B		Méthode interne par saponification	40	mg/kg MS	5
POLYCHLORO BIPHENYLS						
PCB 101	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 118	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 138	B	GC/MS	XP X 33012	0.02	mg/kg MS	0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en bleu italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (en) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNC = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site Internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site Internet : laboce.fr



Ech 1 : *N.T 051940 - UV Ref Sud*

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
PCB 153	B	GC/MS	XP X 33012	0.03	mg/kg MS	0.01
PCB 180	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 28	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 52	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB Totaux	B	GC/MS	XP X 33012	<0.2	mg/kg MS	0.2
Somme des 7 PCB quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	0.05	mg/kg MS	0.01

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport, sauf celles fournies par le client (identifiées en bleu italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ), (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir liste Internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr



Point de prélèvement :

Nature de l'échantillon : *Chairs de moules*

Date de prélèvement : 30/09/2020

Type de prélèvement :

Ech 1 : *N.T 051941 - UV Ref Canal Rhone*

Date de début d'analyse : 09/10/2020

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Acenaphthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Acenaphthylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(a)Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(b)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(g,h,i)Perylene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Benzo(k)Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Chrysene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Dibenzo(a,h)Anthracene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluoranthene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Fluorene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.03	mg/kg MS	0.03
Indenopyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Naphtalene	B	GC/MS	NF EN ISO 10301	<0.05	mg/kg MS	0.05
Phenanthrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Pyrene	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
Somme des 16 HAP quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	<SEUIL	mg/kg MS	SEUIL
HYDROCARBURES TOTAUX						
Hydrocarbures Totaux	B		Méthode interne par saponification	47	mg/kg MS	5
POLYCHLORO BIPHENYLS						
PCB 101	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 118	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 138	B	GC/MS	XP X 33012	0.02	mg/kg MS	0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en bleu italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 98 34 11 00 - Fax : 02 98 34 11 01

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr



Ech 1 : **N.T 051941** - **UV Ref Canal Rhone**

Paramètres		Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
PCB 153	B	GC/MS	XP X 33012	0.03	mg/kg MS	0.01
PCB 180	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 28	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB 52	B	GC/MS	XP X 33012	<0.01	mg/kg MS	0.01
PCB Totaux	B	GC/MS	XP X 33012	<0.2	mg/kg MS	0.2
Somme des 7 PCB quantifiés	B	GC/MS	XP X 33012	0.05	mg/kg MS	0.01

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

[A] : Analyses agréées par le ministère chargé de l'environnement selon l'arrêté du 27/10/2011.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *bleu italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification (LQ), (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

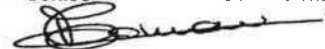
Validation scientifique par :

MONOT STEPHANE Responsable Technique

Validation administrative le : 26/10/2020 par :

Bruno BONIOU

Chef du Service hydrologie et poll





Sites LABOCEA :
B : Brest - Plouzané
C : Combours
F : Fougères
P : Ploufragan
Q : Quimper

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Seules les prestations identifiées par le symbole « » sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

Données fournies par le client



Liste des sites et portées
disponibles sur
WWW.cofrac.fr

G.I.P LABOCEA
120, avenue Alexis de Rochon BP 5
CS 10052
29280 PLOUZANE
Tél : 02 98 34 11 00
Fax : 02 98 34 11 01
N° SIRET : 13000208200027
Code APE : 7120B
29280 PLOUZANE
contact@labocea.fr

Client :
SETEC IN VIVO
ZA de la grande halte
29940 LA FORET FOUESNANT

Copie à :

Site de prélèvement :
Setec In Vivo
ZA de la grande halte
29940 LA FORET FOUESNANT

SETEC IN VIVO
ZA de la grande halte
29940 LA FORET FOUESNANT

RENSEIGNEMENTS DOSSIER

Date de réception	02/10/2020 10:42 - Site de Brest
Date de prélèvement :	30/09/2020

ECHANTILLON 1

Echantillon n°	N.T 177859 - UV 1
Nom du produit	Chairs de moules
Date de début d'analyse :	16/10/2020

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

ELEMENTS MINERAUX

Analyse	Site	Unité	Rés sur Brut	Rés sur Sec	Référence	Méthodes	Critères
Manganèse (Mn)	B	mg/kg	3.148		Méthode interne	ICP/OES	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Analyse	Site	Unité	Résultat	Référence	Méthode	LQ
Aluminium (Al)	B	mg/kg	10.656	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Arsenic (As)	B	mg/kg	2.202	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	1.333
☐ Cadmium (Cd)	B	mg/kg	0.043	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Chrome (Cr)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Cuivre (Cu)	B	mg/kg	0.759	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Etain (Sn)	B	mg/kg	<0.667	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Fer (Fe)	B	mg/kg	27.257	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
☐ Mercure (Hg)	B	mg/kg	<0.02	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Nickel (Ni)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
☐ Plomb (Pb)	B	mg/kg	0.186	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Zinc (Zn)	B	mg/kg	28.938	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667

Commentaire :

L'analyse de la matière sèche n'a pas pu être réalisée.

ECHANTILLON 2

Echantillon n°	N.T 177870 - UV 2
Nom du produit	Chairs de moules
Date de début d'analyse :	16/10/2020

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

ELEMENTS MINERAUX

Analyse	Site	Unité	Rés sur Brut	Rés sur Sec	Référence	Méthodes	Critères
Manganèse (Mn)	B	mg/kg	3.037		Méthode interne	ICP/OES	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Analyse	Site	Unité	Résultat	Référence	Méthode	LQ
Aluminium (Al)	B	mg/kg	19.248	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Arsenic (As)	B	mg/kg	2.025	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	1.333
☐ Cadmium (Cd)	B	mg/kg	0.040	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Chrome (Cr)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Cuivre (Cu)	B	mg/kg	0.809	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Etain (Sn)	B	mg/kg	<0.667	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Fer (Fe)	B	mg/kg	44.610	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
☐ Mercure (Hg)	B	mg/kg	<0.02	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Nickel (Ni)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
☐ Plomb (Pb)	B	mg/kg	0.223	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Zinc (Zn)	B	mg/kg	42.204	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667

Commentaire :

L'analyse de la matière sèche n'a pas pu être réalisée.

ECHANTILLON 3

Echantillon n°	N.T 177871 - UV 3
Nom du produit	Chairs de moules
Date de début d'analyse :	16/10/2020

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

ELEMENTS MINERAUX

Analyse	Site	Unité	Rés sur Brut	Rés sur Sec	Référence	Méthodes	Critères
Manganèse (Mn)	B	mg/kg	2.540		Méthode interne	ICP/OES	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Analyse	Site	Unité	Résultat	Référence	Méthode	LQ
Aluminium (Al)	B	mg/kg	11.806	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Arsenic (As)	B	mg/kg	2.433	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	1.333
☐ Cadmium (Cd)	B	mg/kg	0.046	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Chrome (Cr)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Cuivre (Cu)	B	mg/kg	0.692	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Etain (Sn)	B	mg/kg	<0.667	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Fer (Fe)	B	mg/kg	29.670	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
☐ Mercure (Hg)	B	mg/kg	<0.02	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Nickel (Ni)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
☐ Plomb (Pb)	B	mg/kg	0.119	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Zinc (Zn)	B	mg/kg	22.613	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667

Commentaire :

L'analyse de la matière sèche n'a pas pu être réalisée.

ECHANTILLON 4

Echantillon n°	N.T 177872 - UV4
Nom du produit	Chairs de moules
Date de début d'analyse :	16/10/2020

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

ELEMENTS MINERAUX

Analyse	Site	Unité	Rés sur Brut	Rés sur Sec	Référence	Méthodes	Critères
Manganèse (Mn)	B	mg/kg	5.369		Méthode interne	ICP/OES	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Analyse	Site	Unité	Résultat	Référence	Méthode	LQ
Aluminium (Al)	B	mg/kg	20.927	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Arsenic (As)	B	mg/kg	2.234	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	1.333
☐ Cadmium (Cd)	B	mg/kg	0.049	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Chrome (Cr)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Cuivre (Cu)	B	mg/kg	0.725	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Etain (Sn)	B	mg/kg	<0.667	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Fer (Fe)	B	mg/kg	39.444	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
☐ Mercure (Hg)	B	mg/kg	<0.02	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Nickel (Ni)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
☐ Plomb (Pb)	B	mg/kg	0.144	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Zinc (Zn)	B	mg/kg	23.182	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667

Commentaire :

L'analyse de la matière sèche n'a pas pu être réalisée.

ECHANTILLON 5

Echantillon n°	N.T 177915 - UV réf Hacolo2
Nom du produit	Chairs de moules
Date de début d'analyse :	16/10/2020

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

ELEMENTS MINERAUX

Analyse	Site	Unité	Rés sur Brut	Rés sur Sec	Référence	Méthodes	Critères
Manganèse (Mn)	B	mg/kg	3.664		Méthode interne	ICP/OES	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Analyse	Site	Unité	Résultat	Référence	Méthode	LQ
Aluminium (Al)	B	mg/kg	22.682	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Arsenic (As)	B	mg/kg	1.962	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	1.333
☐ Cadmium (Cd)	B	mg/kg	0.035	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Chrome (Cr)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Cuivre (Cu)	B	mg/kg	0.899	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Etain (Sn)	B	mg/kg	<0.667	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Fer (Fe)	B	mg/kg	53.331	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
☐ Mercure (Hg)	B	mg/kg	<0.02	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Nickel (Ni)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
☐ Plomb (Pb)	B	mg/kg	0.152	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Zinc (Zn)	B	mg/kg	19.388	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667

Commentaire :

L'analyse de la matière sèche n'a pas pu être réalisée.

ECHANTILLON 6

Echantillon n°	N.T 177916 - UV ref Sud
Nom du produit	Chairs de moules
Date de début d'analyse :	16/10/2020

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

ELEMENTS MINERAUX

Analyse	Site	Unité	Rés sur Brut	Rés sur Sec	Référence	Méthodes	Critères
Manganèse (Mn)	B	mg/kg	3.633		Méthode interne	ICP/OES	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Analyse	Site	Unité	Résultat	Référence	Méthode	LQ
Aluminium (Al)	B	mg/kg	35.397	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Arsenic (As)	B	mg/kg	1.803	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	1.333
☐ Cadmium (Cd)	B	mg/kg	0.048	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Chrome (Cr)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Cuivre (Cu)	B	mg/kg	0.780	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Etain (Sn)	B	mg/kg	<0.667	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Fer (Fe)	B	mg/kg	73.434	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
☐ Mercure (Hg)	B	mg/kg	<0.02	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Nickel (Ni)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
☐ Plomb (Pb)	B	mg/kg	0.266	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Zinc (Zn)	B	mg/kg	16.891	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667

Commentaire :

L'analyse de la matière sèche n'a pas pu être réalisée.

ECHANTILLON 7

Echantillon n°	N.T 177917 - UV Ref Canal Rhone
Nom du produit	Chairs de moules
Date de début d'analyse :	16/10/2020

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

ELEMENTS MINERAUX

Analyse	Site	Unité	Rés sur Brut	Rés sur Sec	Référence	Méthodes	Critères
Manganèse (Mn)	B	mg/kg	3.376		Méthode interne	ICP/OES	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Analyse	Site	Unité	Résultat	Référence	Méthode	LQ
Aluminium (Al)	B	mg/kg	22.849	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Arsenic (As)	B	mg/kg	1.693	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	1.333
☐ Cadmium (Cd)	B	mg/kg	0.046	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Chrome (Cr)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Cuivre (Cu)	B	mg/kg	1.056	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
Etain (Sn)	B	mg/kg	<0.667	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
Fer (Fe)	B	mg/kg	48.348	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667
☐ Mercure (Hg)	B	mg/kg	<0.02	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Nickel (Ni)	B	mg/kg	<0.333	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.333
☐ Plomb (Pb)	B	mg/kg	0.096	ANSES/LSAliments/L SA-INS-0084	ICP MS	0.020
Zinc (Zn)	B	mg/kg	16.635	Méthode interne [ICP/OES]	ICP/OES	0.667

Commentaire :

L'analyse de la matière sèche n'a pas pu être réalisée.

Validation scientifique par :

Date d'édition : 04/12/2020

Validation administrative le 04/12/2020 15:32:22 par :

BELLEC CHRISTIAN Technicien
BOURHIS VALERIE Responsable technique

Valérie BOURHIS
Responsable technique





ANNEXE 03 : RESULTATS BRUTS DES STATIONS ETUDIEES (RS ET ABONDANCES)

Stations	SBRef Arcelor	SBRef Canal du Rhône	SBRef Sud	B01	B02	B03	B04
ANNELIDES							
<i>Amphitrite cirrata</i>				1			
<i>Aonides oxycephala</i>	1	9		8			
<i>Aphelochoaeta marioni</i>	28	7		7	68	35	3
<i>Aphelochoaeta sp.</i>		4	3		2	7	
<i>Aponuphis brementi</i>			3				
Chaetopteridae						2	
<i>Chaetozone gibber</i>		4			2		
<i>Chaetozone sp.</i>	1					3	16
<i>Ditrupa arietina</i>					1	1	1
<i>Drilonereis sp.</i>	1						
<i>Euclymene sp.</i>		1		1			
<i>Eunice vittata</i>		1					
<i>Glycera alba</i>		2					
<i>Glycera gigantea</i>		1					
<i>Glycera unicornis</i>	5	2		1	4	1	3
<i>Harmothoe sp.</i>		3				1	
<i>Hyalinoecia bilineata</i>			2				
<i>Lagis koreni</i>						1	
<i>Laonice cirrata</i>	3			1			3
<i>Leiochone leiopygos</i>							2
<i>Leonnates glauca</i>	1	2					
Lumbrineridae			2	1			
<i>Lumbrineris latreilli</i>	2	4	1	3	1	2	
<i>Maldane giebfex</i>	5					13	
<i>Maldanidae indéterminés</i>		1					1
<i>Malmgreniella marphysae</i>							2
<i>Mediomastus fragilis</i>	64	22	3	54	35	23	64
<i>Melinna palmata</i>		1					
<i>Nematoneis unicornis</i>	1	1		2	4		3
<i>Nephtys hombergii</i>						1	
Nereidae				2			
<i>Notomastus latericeus</i>	1	2		3		3	5
<i>Pista cristata</i>	1						
<i>Polydora sp.</i>	1						
<i>Sabella pavonina</i>		1					
Sigalion mathildae			2				
<i>Sigambra sp.</i>				1			
<i>Sternaspis scutata</i>							1
<i>Sthenelais boa</i>						1	
<i>Subadyte pellucida</i>					1		
Syllidae				1			
<i>Terebellides stroemii</i>		2					
ECHINODERMES							
<i>Acrocnida brachiata</i>			1				
<i>Amphipholis squamata</i>				2			6
<i>Amphiura chiajei</i>	12	17	1	9	5	13	
<i>Astropecten irregularis</i>						1	
<i>Leptopentacta elongata</i>	1						
<i>Leptosynapta inhaerens</i>						1	2
<i>Oostergrenia digitata</i>	2					1	
<i>Thyone sp.</i>						1	

Stations	SBRef Arcelor	SBRef Canal du Rhône	SBRef Sud	B01	B02	B03	B04
MOLLUSQUES							
<i>Abra alba</i>	4	4	2	4	2		
<i>Abra sp.</i>							3
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	1	2		1			
<i>Antalis novemcostata</i>	2			2		1	
<i>Aporrhais pespeleceni</i>					1		
<i>Callista chione</i>				1			
<i>Calyptrea chinensis</i>						1	
<i>Corbula gibba</i>	43	16		13	24	6	48
<i>Cyclope neritea</i>		1					
<i>Donax sp.</i>	1						
<i>Dosinia lupinus</i>	3	1	2	3	1		
<i>Eulima glabra</i>							1
<i>Euspira pulchella</i>		1		1			1
<i>Gari fervensis</i>		1					
<i>Hiatella arctica</i>				12			
<i>Kurtiella bidentata</i>	13		3	2		2	7
<i>Lutraria sp.</i>		2		7			1
<i>Mimachlamys varia</i>				9			
<i>Musculus costulatus</i>				5			
<i>Myrtea spinifera</i>			1				
<i>Nassarius pygmaeus</i>		9		27	4	3	
<i>Nassarius reticulatus</i>	1						
<i>Nucula nitidosa</i>	1				1	4	3
<i>Philine aperta</i>						1	
<i>Polittapes aureus</i>				2			
<i>Spisula subtruncata</i>		1					
<i>Tellina donacina</i>	5		1				3
<i>Tellina fabula</i>			14	1			6
<i>Thracia phaseolina</i>			2				
CRUSTACES							
<i>Ampelisca brevicornis</i>			1				
<i>Ampelisca sarsi</i>							1
<i>Apseudes latreilli</i>		4					
<i>Eurydice truncata</i>	1	1		3	2		
<i>Hippomedon denticulatus</i>			1	1			
<i>Leucothoe incisa</i>			1	2		1	
<i>Pisidia longicornis</i>				7			
CNIDAIRES							
<i>Veretillum cynomorium</i>					1		
SIPUNCULIDES							
<i>Goffingia sp.</i>				1			
<i>Goffingia vulgaris</i>				2			
DIVERS							
Nemertea		1	1			1	1
<i>Phoronis sp.</i>	5	2	45	8	1		





Ascometal



SUIVI 2022 DE L'IMPACT DES REJETS SUR LE MILIEU MARIN DU SITE ASCOMETAL FOS-SUR-MER



AFFAIRE N°02453733



setec
énergie environnement

DOCUMENT

Zone	Domaine	Phase	Nature document	Numéro
FR	PORT	Suivi 2022	Rapport d'étude	02453733

REVISIONS

Version	Date	Auteur	Vérificateur	Description
0.1	11/04/2023	Claire ETIENNE Louise LANRIVAIN	Marc CHENOZ	Première version

CONTRIBUTEURS

Contributeurs	Description
Claire ETIENNE	Rédaction, analyses, traitement et interprétation des données, tri, coordination
Louise LANRIVAIN	Tri et détermination de la faune benthique, analyses biométriques, traitement et interprétation
Marc CHENOZ	Coordination, contrôle qualité
Quiterie CHAPERON	Mission de terrain : prélèvements
Romain BRICOU	Mission de terrain : prélèvements
Audrey PETUCCA	Mission de terrain : prélèvements

COORDONNEES

Siège social	Responsable d'affaire
setec énergie environnement Immeuble Central Seine 42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230 75583 PARIS CEDEX 12 FRANCE Tél +33 1 82 51 55 55 Fax +33 1 82 51 55 56 environnement@setec.fr www.setec.fr	Claire ETIENNE Chargée de projets 358 ZA La Grande Halte 29940 La Forêt-Fouesnant



Table des matières

1	INTRODUCTION	7
2	MATERIELS ET METHODES	9
2.1	CONTEXTE DE LA MISSION	9
2.1.1	<i>Date des mesures et conditions météorologiques</i>	<i>9</i>
2.1.2	<i>Moyens nautiques</i>	<i>9</i>
2.2	CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS	10
2.2.1	<i>Prélèvements</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>Laboratoire d'analyses</i>	<i>13</i>
2.2.3	<i>Analyses réalisées sur les échantillons moyens</i>	<i>13</i>
2.2.4	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>14</i>
2.3	QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE	15
2.3.1	<i>Prélèvements</i>	<i>15</i>
2.3.2	<i>Laboratoire d'analyses</i>	<i>17</i>
2.3.3	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>17</i>
2.4	CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE	18
2.4.1	<i>Prélèvements</i>	<i>18</i>
2.4.1	<i>Technique de prélèvement.....</i>	<i>19</i>
2.4.2	<i>Traitement des échantillons.....</i>	<i>20</i>
2.4.3	<i>Interprétation des résultats</i>	<i>21</i>
2.5	SYNTHESE DES ELEMENTS SUIVIS ET NOMENCLATURE ADOPTEE	32
3	RESULTATS ET INTERPRETATIONS	33
3.1	DONNEES D'ACTIVITE ASCOMETAL ET MESURES INTERNES DE QUALITE DES EAUX	33
3.1.1	<i>Intensité de la production lors des années de suivi</i>	<i>33</i>
3.1.2	<i>Auto-surveillance du rejet</i>	<i>34</i>
3.2	SEDIMENTS	38
3.2.1	<i>Granulométrie</i>	<i>38</i>
3.2.2	<i>Composés organiques et nutritifs.....</i>	<i>42</i>
3.2.3	<i>Métaux traces.....</i>	<i>54</i>
3.2.4	<i>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)</i>	<i>77</i>
3.2.5	<i>Les Polychlorobiphényles (PCB)</i>	<i>84</i>
3.2.6	<i>Synthèse pour le sédiment.....</i>	<i>85</i>
3.3	MATIERE VIVANTE	88
3.3.1	<i>Valeurs de référence et ajustement des données</i>	<i>88</i>
3.3.2	<i>Indice de condition.....</i>	<i>95</i>
3.3.3	<i>Métaux traces.....</i>	<i>97</i>
3.3.4	<i>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et Hydrocarbures Totaux.....</i>	<i>110</i>
3.3.5	<i>Les polychlorobiphényles (PCB)</i>	<i>113</i>
3.3.6	<i>Synthèse de la matière vivante</i>	<i>115</i>
3.4	SUIVI DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE	116
3.4.1	<i>Composition des peuplements benthiques pour l'année 2022-23</i>	<i>116</i>
3.4.2	<i>Comparaison inter-suivi de l'évolution des peuplements benthiques</i>	<i>129</i>
3.4.3	<i>Synthèse des peuplements benthiques</i>	<i>134</i>
4	SYNTHESE GENERALE ET CONCLUSION	136
	BIBLIOGRAPHIE.....	141
	ANNEXES	143
	ANNEXE 01 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE EUROFINS	143
	ANNEXE 02 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE LABOCEA	144
	ANNEXE 03 : RESULTATS BRUTS DES STATIONS ETUDIEES (RS ET ABONDANCES).....	145



Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique du site	7
Figure 2. Évacuation du rejet aqueux au nord-ouest de la Darse 1	8
Figure 3. Le « Sylvinat 2 » et son guindeau	9
Figure 4 : Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin	11
Figure 5. Mise à l'eau de la benne Van Veen	11
Figure 6. Présentation d'échantillons de sédiments	12
Figure 7 : Prélèvements dans la lagune ASCOMETAL (setec énergie environnement, 2023)	13
Figure 8 : Localisation des stations de prélèvement de matière vivante	16
Figure 9. Prélèvements des moules sur site et tri par classe de taille (setec énergie environnement 2023)	17
Figure 10 : Localisation des stations de prélèvement de macrofaune benthique	18
Figure 11. Illustration du conditionnement des prélèvements des échantillons bio-sédimentaires	19
Figure 12. Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (ici des exemples)	21
Figure 13. Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques	24
Figure 14. Base écologique de l'indice AMBI (Borja et al., 2000)	25
Figure 15. Recherche de correspondances dans les typologies d'habitats sur le site de l'INPN	27
Figure 16. Exemples de la hiérarchie d'EUNIS et les critères utilisés aux différents niveaux	28
Figure 17. EUNIS : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée (2015)	29
Figure 18 : Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS (2019)	30
Figure 19. Exemple de fiche d'habitat élémentaire de N2000	30
Figure 20. Les typologies des biocénoses benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & de Méditerranée (2019 et 2014)	31
Figure 21. Production de l'usine ASCOMETAL au cours des années de suivi en 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et jusqu'à octobre 2020 (ASCOMETAL, 2020)	33
Figure 22 : Relevés d'auto-surveillance lors des années de suivis	37
Figure 23. Granulométrie des sédiments des suivis de 2012 et 2022-2023	39
Figure 24. Pourcentage de fraction fine au niveau des stations de suivi de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, Setec)	41
Figure 25. Pourcentage de matière organique du sédiment entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec in vivo)	43
Figure 26. Relation entre la concentration en matière organique et en particules fines entre 2012 et 2022	44
Figure 27. Pourcentage de carbone organique total entre 2010 et 2022 – Données brutes (Safege, In Vivo, Setec)	45
Figure 28. Relation entre le pourcentage de COT et le pourcentage de fines des sédiments entre 2012 et 2022	46
Figure 29. Concentration en azote total de 2010 à 2022 (SAFEGE, IN VIVO, Setec)	47
Figure 30. Concentration en phosphore total de 2010 à 2022 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)	48
Figure 31. Relation entre les concentrations en phosphore entre 2012 et 2022, avec les concentrations en fines et en COT des sédiments	49
Figure 32. Indice de Contamination Organique de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	52
Figure 33. Concentration en chrome de 2010 à 2022 Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)	56
Figure 34. Concentrations normalisées en chrome entre 2010 à 2022 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	57
Figure 35. Concentration en cuivre de 2010 à 2022 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec)	58
Figure 36. Concentrations normalisées en cuivre de 2010 à 2022 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	59
Figure 37. Concentration en plomb entre 2010 et 2022 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec)	60
Figure 38. Concentration en plomb de 2010 à 2022 – Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)	61
Figure 39. Concentration en zinc de 2010 à 2022 – Données brutes (Safege, In Vivo, setec)	62
Figure 40. Concentration en zinc entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	63
Figure 41. Concentration en nickel de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes	64
Figure 42. Concentrations en nickel entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	65
Figure 43. Concentration en mercure entre 2016 et 2022 - données brutes	66
Figure 44. Concentration en aluminium entre 2010 et 2022 - Données brutes	68
Figure 45. Relation entre les concentrations en aluminium avec les concentrations en fines des stations de mesure de la darse 1 de 2012 à 2022	69
Figure 46. Évolution de la concentration en étain des sédiments de la lagune entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec)	70
Figure 47. Concentration en fer de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes	71
Figure 48. Concentration en fer en 2010 (Safege), 2012 à 2022 (In Vivo, setec in vivo) – Données normalisées	72
Figure 49. Concentration en manganèse de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) – Données brutes	73



Figure 50. Concentration en manganèse de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) – Données normalisées	74
Figure 51. Proportion des 16 HAP réglementaires mesurées dans les sédiments de chaque station entre 2014 et 2022	81
Figure 52. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques pour le suivi 2022	82
Figure 53. Variation de l'indice hydrocarbure au niveau des stations de mesure entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec)	83
Figure 54. Localisation des points de contrôle des réseaux de suivi de l'IFREMER en 2021 (IFREMER, 2022)	90
Figure 55. Résultats 2021 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 020 (Ifremer, 2022)	92
Figure 56. Résultats 2021 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 027 (Ifremer, 2022)	94
Figure 57 : Indices de condition moyens des moules entre 2014, 2016, 2020 et 2023 selon la méthode Lawrence et Scott	95
Figure 58. Indices de condition moyens des moules entre 2014 et 2022 selon la méthode Lawrence et Scott. En bleu : produit de taille optimale ; en vert : produit de taille normale ; en jaune : produit maigre	95
Figure 59. Tailles moyennes des coquilles de moules en 2020 et 2022	96
Figure 60. Concentration en aluminium dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	99
Figure 61. Concentration en arsenic dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	100
Figure 62. Concentration en cadmium dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	101
Figure 63. Concentration en chrome dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	102
Figure 64. Concentration en cuivre dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	103
Figure 65. Concentration en fer dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	104
Figure 76. Concentration en manganèse dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	105
Figure 67. Concentration en mercure dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	106
Figure 68. Concentration en nickel dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	107
Figure 69. Concentration en plomb dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	108
Figure 70. Concentration en zinc dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)	109
Figure 71. Concentration en PCB 138 dans les moules entre 2010 et 2022	114
Figure 72. Concentration en PCB 153 dans les moules entre 2010 et 2022	114
Figure 73. Somme des concentrations en PCB dans les moules en 2012 et 2022	114
Figure 74. Abondance et richesse spécifique sur les stations étudiées	116
Figure 75 : Moyennes, Ecartypes, valeurs minimales et maximales de la richesse spécifique, de l'abondance et de la densité des stations étudiées	117
Figure 76. Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques en 2023	117
Figure 77. Répartition de l'abondance selon les principaux groupes zoologiques en 2023	118
Figure 78. Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique	118
Figure 79. Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique	119
Figure 80. Fréquence d'occurrence des principales espèces récoltées	120
Figure 81. Espèces les plus abondantes sur l'ensemble des sept stations	120
Figure 82. Indices de diversité de Shannon (en haut) et d'Équitabilité (en bas) sur les stations étudiées en 2023	121
Figure 83. Modèle DIMO appliqué aux sept stations en 2023	122
Figure 84. Pourcentages des groupes écologiques sur l'ensemble du site étudié	123
Figure 85. Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI	123
Figure 86. Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude	124
Figure 87. Comparaison de la richesse spécifique entre 2008 et 2022-23	129
Figure 88. Comparaison de la densité (ind/m ²) entre 2008 et 2022-23	129
Figure 89. Comparaison entre 2008 et 2022-23 de l'indice de Shannon (en haut) et de l'Équitabilité (en bas)	131
Figure 90. Modèle DIMO appliqué aux 7 stations sur les études (2008-2022)	133



Liste des tableaux

Tableau 1. Conditions météorologiques du 21/02/2023	9
Tableau 2. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments.....	10
Tableau 3. Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de matière vivante	16
Tableau 4. Coordonnées des points de prélèvements (WGS84)	18
Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillonnage effectué à la benne Van Veen.....	19
Tableau 6. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques.....	26
Tableau 7. Coordonnées GPS (WGS 84) et profondeur des stations de suivi.....	32
Tableau 8. Granulométrie des sédiments début 2023.....	38
Tableau 9. Proportion de la fraction fine dans les prélèvements de 2010 à 2023, et pourcentage de variation.	40
Tableau 10. Valeurs de référence des teneurs en matière organique et nutriments (IFREMER, 2008)	42
Tableau 11. Valeurs de référence des teneurs en carbone organique selon le pourcentage de fraction fine (Licari, 1998)	42
Tableau 12. Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003)	43
Tableau 13 : Résultats des trois paramètres et calcul de l'indice de contamination organique	51
Tableau 14. Synthèse des composés organiques et nutritifs des sédiments prélevés en 2023	53
Tableau 15. États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)	54
Tableau 16. Concentration en cadmium dans les sédiments de 2010 à 2022 (Safège, In Vivo, setec).....	55
Tableau 17. Tableau de synthèse des concentrations en métaux traces des sédiments en 2022 – Données brutes	75
Tableau 18. Tableau de synthèse des taux de variation (%) des concentrations en métaux entre 2020 et 2022	76
Tableau 19. États de référence pour les HAP applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)	78
Tableau 20. Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments en 2022-23. SP : Substance prioritaire de la DCE ; SDP : Substance dangereuse prioritaire de la DCE	79
Tableau 21. Indice hydrocarbure (HTC C10-C40) mesuré au niveau de la darse entre 2010 et 2022 (Safège, In Vivo, setec)	83
Tableau 22. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour le réseau RINBIO (2009)	88
Tableau 23. Concentrations métalliques dans les moules en 2022 classées selon les seuils RINBIO 2009.....	97
Tableau 24 : Concentrations métalliques dans les moules de 2010 à 2023	98
Tableau 25. Concentrations en hydrocarbures mesurées dans les moules depuis 2012	111
Tableau 26. Concentration en polychlorobiphényles (PCB) dans les moules de 2012 à 2022	113
Tableau 27. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour les données RINBIO de 2009 (IFREMER).....	113
Tableau 28 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces par échantillons et le total par station étudiée.....	116
Tableau 29. Valeurs des indices de Shannon et de l'Équitabilité	121
Tableau 30. Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe écologique et indice biotique AMBI en 2023	125
Tableau 31. Tableau récapitulatif des biocénoses suivant les typologies	126

1 INTRODUCTION

La société ASCOMETAL dispose d'un site de production implanté sur la côte Méditerranéenne à l'ouest de Marseille, en bordure du Golfe de Fos (13, Bouches-du-Rhône). Ses activités impliquent un rejet d'effluents dans le milieu marin au niveau de la Darse 1 (ou darse Léon Betous). Cette darse fait partie des bassins Ouest du Grand Port maritime de Marseille qui constituent la Zone Industriale-Portuaire de Fos-sur-Mer.

L'usine ASCOMETAL est implantée sur le territoire communal de Fos-sur-Mer sur un site de 250 hectares localisé au sud des salins du Caban et du Relais. Le point de sortie des rejets aqueux se trouve au nord-ouest de la Darse 1.

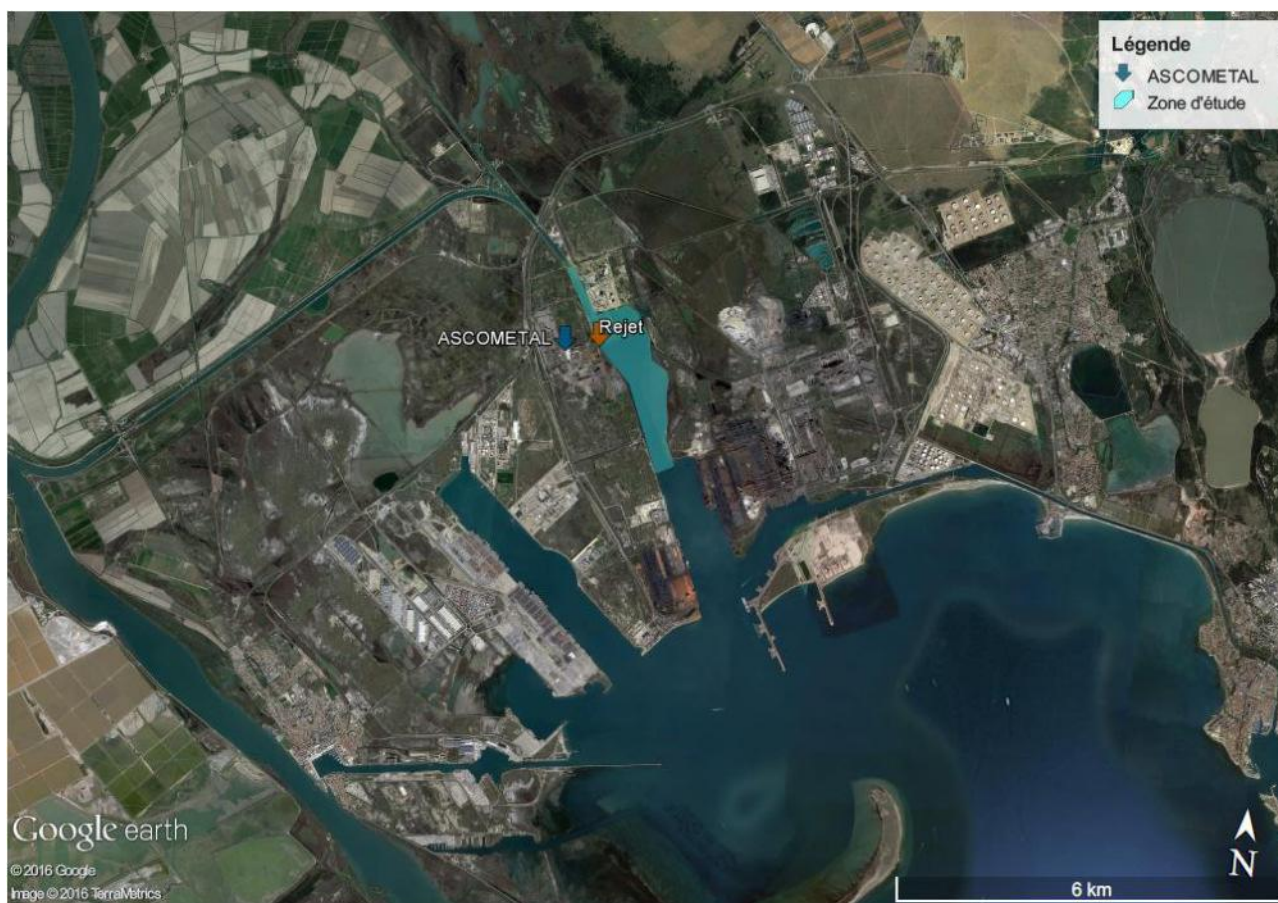


Figure 1 : Localisation géographique du site

L'usine pompe de l'eau de mer dans la Darse 1 pour le refroidissement de ses installations. Cette eau est par la suite évacuée en un rejet défini comme « Rejet de refroidissement ». Ce rejet va se mêler à un autre rejet aqueux nommé « Rejet final » avant de rejoindre finalement le milieu marin au niveau de la darse.



Figure 2. Évacuation du rejet aqueux au nord-ouest de la Darse 1

Le rejet final est un rejet contenant toutes les eaux douces du site industriel. Il passe par un bassin de dessablement (appelé dans cette étude « lagune ASCOMETAL ») avant de rejoindre le milieu marin.

La Darse 1 est le milieu récepteur du rejet et s'étend sur 5 km à l'intérieur des terres. Sa profondeur moyenne est de 12 m en son centre et de 4-5 m sur les bords. Du fait de sa connexion en amont avec le canal du Rhône, la darse représente un milieu stratifié dont l'origine tient dans la différence de densité entre les eaux douces et les eaux marines se rejoignant à son niveau. À la suite de l'étude d'impact (2007-2008) et à la demande de la police de l'eau (arrêtés n°90-2007A du 17 août 2007 et n°193-2017 PC du 16 novembre 2017) la société ASCOMETAL doit effectuer le suivi des impacts de ses rejets sur le milieu récepteur.

Le présent rapport présente les résultats du suivi réalisé en 2023 par setec énergie environnement, ainsi que l'analyse de l'évolution de l'impact du rejet depuis le suivi de 2010.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 CONTEXTE DE LA MISSION

2.1.1 Date des mesures et conditions météorologiques

La campagne de prélèvement de sédiments, de peuplements benthiques et de matière vivante a eu lieu le 21 février 2023 et le prélèvement en lagune a été réalisé le 16 mars 2023.

Paramètre	Conditions
Vent	Pas de vent
Houle	Non significative
Temps	Beau temps ; ensoleillé
Visibilité	Bonne

Tableau 1. Conditions météorologiques du 21/02/2023

Pour mémoire, les campagnes de prélèvements réalisées par setec énergie environnement (IN VIVO Environnement avant 2016) en 2012, 2014, 2016, 2018 et 2020 ont eu lieu sur la même période de l'année, le 12 septembre 2012, le 3 septembre 2014, le 27 septembre 2016 et le 18 septembre 2018 le 30 septembre 2020.

Suite à divers contretemps, les échantillons de ce suivi ont exceptionnellement été prélevés début 2023. Par soucis de clarté, ce suivi sera néanmoins qualifié de « suivi 2022 » tout au long de ce rapport, notamment pour la lecture des résultats au sein des figures.

2.1.2 Moyens nautiques

Les prélèvements ont été réalisés à partir d'un navire de pêche côtière munie d'un guindeau de charge maximum utile (CMU) de 400 kg et d'un moteur de 200 CV : le « Sylvinat 2 ».



Figure 3. Le « Sylvinat 2 » et son guindeau

Une embarcation biplace a également été utilisée pour effectuer le prélèvement de sédiment dans la lagune ASCOMETAL.



2.2 CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS

La campagne de prélèvement de sédiments pour analyses géochimiques a été réalisée en même temps que la campagne de prélèvement de macrofaune benthique pour optimiser les moyens matériels et humains. Le plan d'échantillonnage adopté en 2023 (pour le suivi 2022) est le même qu'en 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2020 de manière à pouvoir suivre l'évolution dans le temps des peuplements benthiques et de la qualité du sédiment.

2.2.1 Prélèvements

Dix échantillons moyens de sédiments ont été réalisés aux stations définies dans le cadre du plan d'échantillonnage de l'étude d'impact réalisée en 2008.

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
SB1	43° 26.809'N	4° 51.168'E
SB2	43° 26.826'N	4° 51.234'E
SB3	43° 26.723'N	4° 51.282'E
SB4	43° 26.907'N	4° 51.106'E
S5	43° 26.666'N	4° 51.367'E
S6	43° 27.057'N	4° 51.018'E
SB. Ref. Canal du Rhône	43° 27.256'N	4° 50.851'E
SB. Ref. Arcelor	43° 26.883'N	4° 51.612'E
SB. Ref. Sud	43° 26.297'N	4° 51.775'E

Tableau 2. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments

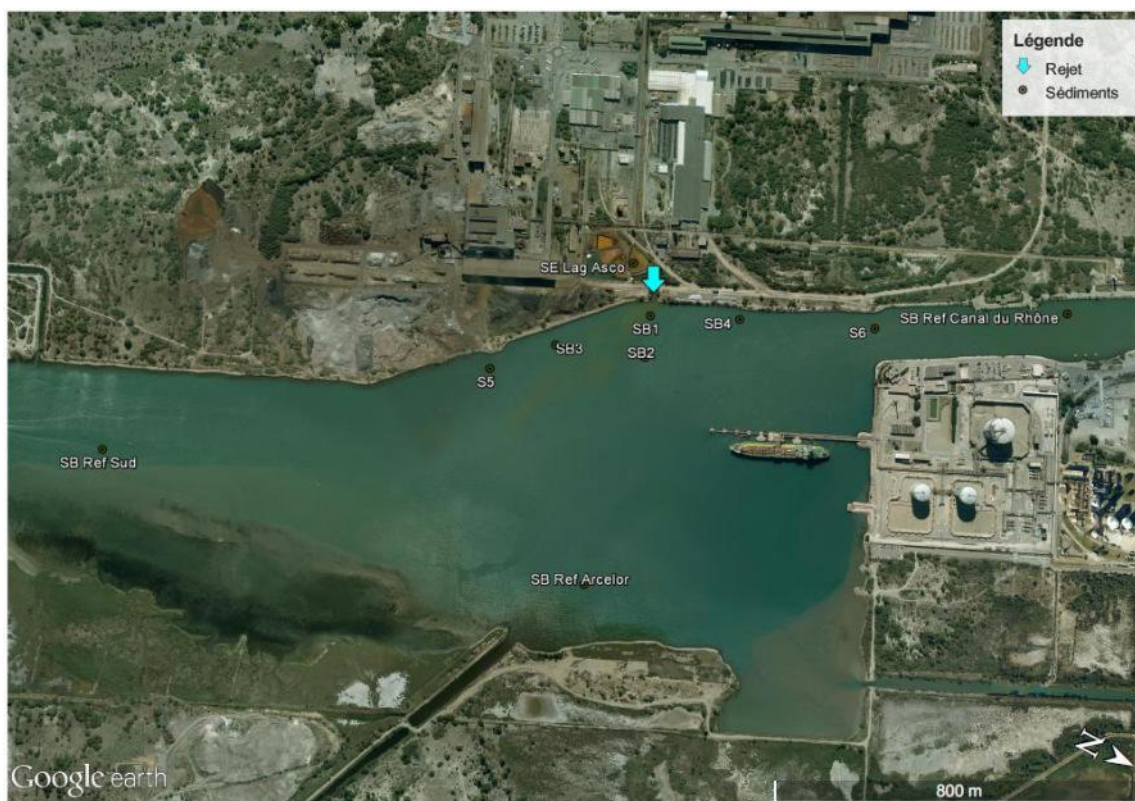


Figure 4 : Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen dans un souci de reproduction de la campagne précédente ainsi que pour mutualiser les moyens matériels avec la campagne de prélèvement de macrofaune benthique. Ce modèle de benne permet l'échantillonnage de $1/10 \text{ m}^2$ de sédiment à chaque coup, surface « normée » dans les protocoles de prélèvements du macrobenthos.



Figure 5. Mise à l'eau de la benne Van Veen

Une série de trois coups de benne est effectuée sur chaque station pour former un échantillon moyen par point. Les figures suivantes présentent l'aspect de quelques-uns des échantillons de sédiments collectés.

Il a été noté lors des prélèvements des aspects assez différents entre les échantillons avec des consistances et des teneurs en sables hétérogènes entre les différents points de prélèvements.



Figure 6. Présentation d'échantillons de sédiments

Une des stations "sédiment" se situe dans le bassin de dessablement (lagune ASCOMETAL) et n'est donc pas accessible par bateau. Les prélèvements ont donc été réalisés depuis une embarcation biplace à l'aide d'une perche.



Figure 7 : Prélèvements dans la lagune ASCOMETAL (setec énergie environnement, 2023)

Les échantillons moyens ont ensuite été directement envoyés à **Eurofins Environnement** (Laboratoire certifié COFRAC pour les analyses géochimiques). Durant le temps de transit jusqu'au laboratoire, les différents échantillons ont été conservés en glacière à +4°C.

L'interprétation des analyses au regard des conditions locales conclura sur l'état de contamination du milieu et sur l'impact des rejets d'ASCOMETAL.

2.2.2 Laboratoire d'analyses

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire **Eurofins Environnement** :

Eurofins Environnement
5, rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

Ce laboratoire possède les agréments du Ministère de l'Environnement et l'accréditation COFRAC.

2.2.3 Analyses réalisées sur les échantillons moyens

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

❖ **Chimie générale :**

Siccité (%), Matières volatiles (%), Matières organiques (%), Fluorures (mg/kg de MS), COT (g/kg de MS), Azote de Kjeldahl (mg/kg de MS), Phosphore (mg/kg MS), Cyanures totaux (µg/l), phosphates (µg/l), nitrates (µg/l), nitrites (µg/l), azote ammoniacal (µg/l)



- ❖ **Contaminants inorganiques** en mg/kg de MS :
Al, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Fe, Cr VI, Sn, Zn
- ❖ **Contaminants organiques** :
 - PCB en µg/kg de MS,
 - HAP en µg/kg de MS
 - Indice hydrocarbures en mg/kg de MS
- ❖ **Granulométrie** : particules<0,063/2mm (%), particules<0,002/2mm (%), particules<0,002mm (%)

2.2.4 Interprétation des résultats

2.2.4.1 Approche normalisatrice des résultats de contamination chimique

L'analyse de la contamination chimique d'une fraction particulière du sédiment permet d'améliorer les seuils de détection et permet de comparer des échantillons dont la composition granulométrique diffère. La normalisation consiste à indexer les résultats d'analyse obtenus par rapport à un paramètre granulométrique ou géochimique.

En considérant implicitement que les particules les plus grosses agissent comme un diluant pour certains éléments, les résultats d'analyse obtenus pour ceux-ci sur le sédiment total peuvent être exprimés par rapport à la fraction fine (OSPAR, 2004). Ainsi, dans le cadre de cette étude, afin de comparer les stations entre elles et avec les relevés effectués lors du précédent suivi, **les données ont été multipliées par un « cofacteur » correspondant au pourcentage de particules étant inférieures ou égales à 63 µm.**

Les résultats bruts des analyses de contamination chimique du sédiment sont donc présentés dans un premier temps, puis, dans un second temps, une interprétation des données normalisées par la part de fraction fine (%<63µm) est détaillée.

2.2.4.2 Valeurs de références

Les analyses réalisées dans le cadre de l'étude sont interprétées au regard des concentrations connues dans les sédiments pour les paramètres mesurés et :

- ❖ **les seuils établis par le Réseau Littoral Méditerranéen (RLM)** : son « guide méthodologique pour l'évaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment » paru en 2002 permet de disposer d'états de référence pour certains métaux lourds et HAP (ceux-ci n'ont néanmoins jamais été validés par les services de l'état).
- ❖ **les seuils établis par le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL)** à travers son Outils d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires.
- ❖ **le système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire**, IARE (Licari, 1998) pour le compte de la région PACA et l'Agence de l'eau.

- ❖ **L'Indice de Contamination Organique** issu des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) (dans Alzieu, 2003) se basant sur une évaluation de trois paramètres : le Carbone Organique Total, l'Azote Total et le Phosphore Total.
- ❖ **Les normes de qualité environnementales des contaminants (NQE) et la liste des substances prises en compte dans la caractérisation de l'état des eaux** : arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

2.3 QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE

La moule *Mytilus galloprovincialis* est classiquement utilisée dans l'évaluation de la contamination chimique des eaux face à des apports de contaminants, notamment dans le cadre des réseaux de surveillance. En effet, la mesure directe des contaminants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses, difficilement applicables à un réseau de surveillance, et la variabilité temporelle du milieu littoral ne confère que peu de signification à une mesure ponctuelle.

La biosurveillance repose dans la capacité de la moule à concentrer dans ses tissus les contaminants chimiques dans un facteur proportionnel à leur biodisponibilité.

La moule *Mytilus galloprovincialis* est généralement utilisée, car elle répond à plusieurs exigences :

- ❖ physiologie et processus de bioaccumulation bien connus,
- ❖ large aire de répartition en Méditerranée,
- ❖ facilité d'approvisionnement,
- ❖ tolérance à de larges gammes de température et de salinité,
- ❖ résistance à la déshydratation (transport).

2.3.1 Prélèvements

L'analyse de la qualité de la matière vivante a été réalisée sur des moules prélevés sur les 7 stations déjà utilisées au cours de l'état initial.

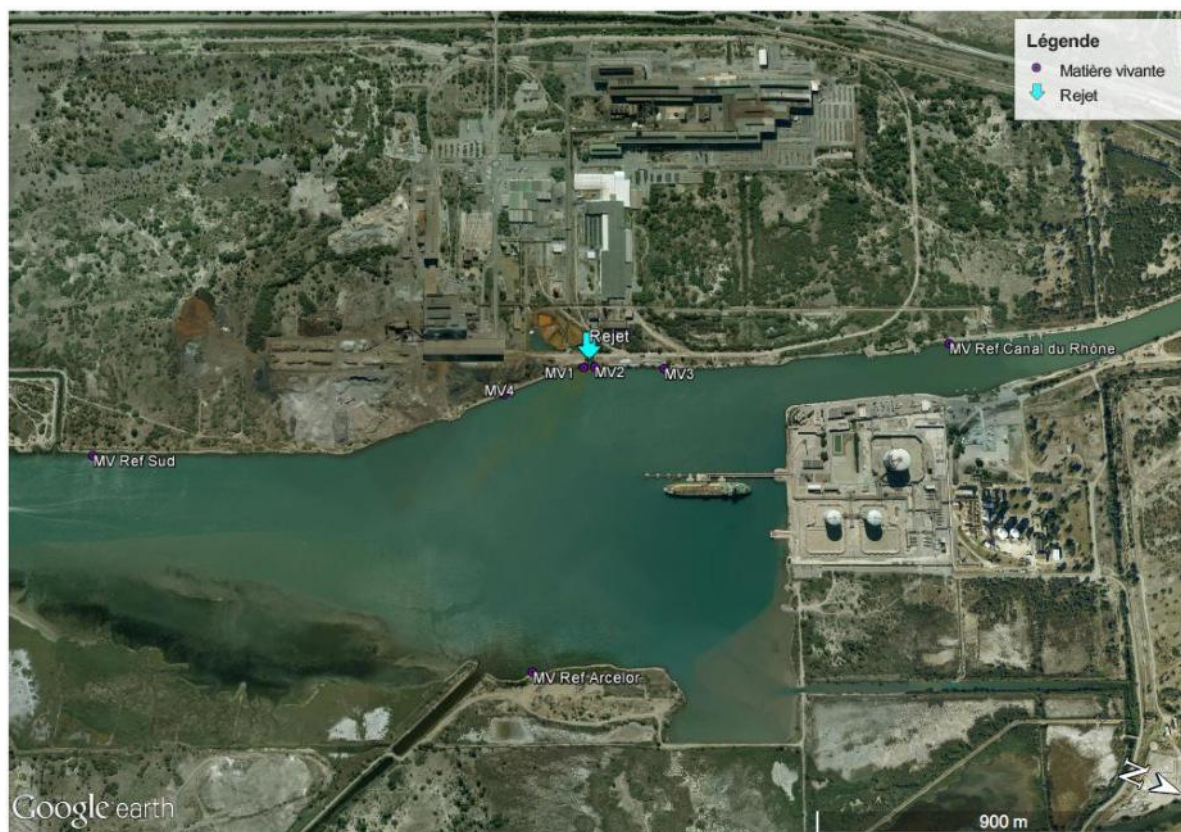


Figure 8 : Localisation des stations de prélèvement de matière vivante

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
MV1	43° 26.798'N	4° 51.150'E
MV2	43° 26.811'N	4° 51.141'E
MV3	43° 26.901'N	4° 51.091'E
MV4	43° 26.711'N	4° 51.259'E
MV Ref. Canal du Rhône	43° 27.253'N	4° 50.828'E
MV Ref. Arcelor	43° 26.900'N	4° 51.711'E
MV Ref. Sud	43° 26.227'N	4° 51.674'E

Tableau 3. Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de matière vivante

Les stations de prélèvement étant localisées à environ 50 cm sous la surface, les échantillons ont été collectés en équipement PMT (Palmes, Masque, Tuba). Sur chaque station, environ 2 kg à 2,5 kg de moules de mêmes classes de taille ont été prélevés.

Deux stations MV3 et MV4 n'ont pas pu être échantillonnées du fait de l'absence de moules sur ces sites.

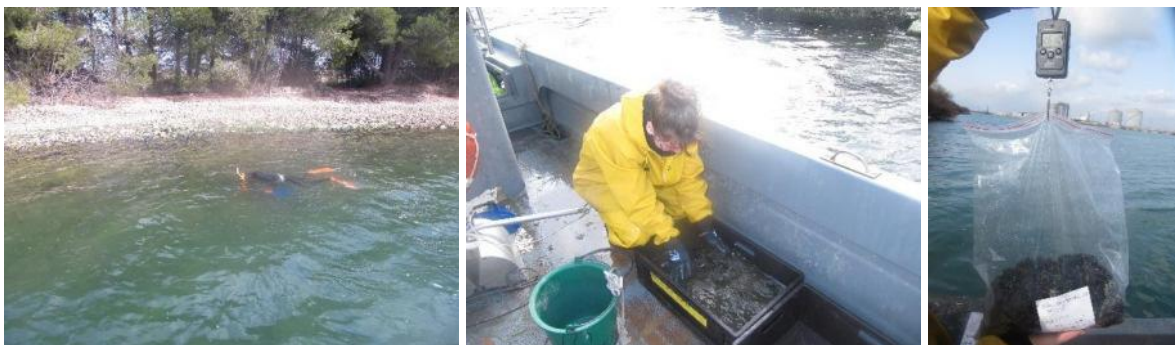


Figure 9. Prélèvements des moules sur site et tri par classe de taille (setec énergie environnement 2023)

Les moules ont été conservées vivantes et en glacière à +4°C jusqu'à leur réception au laboratoire **LABOCEA** de Brest (analyses des chaires) ainsi qu'à notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant (analyses de L'indice de condition).

2.3.2 Laboratoire d'analyses

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire **LABOCEA Brest** :

**120 avenue Alexis de Rochon
Technopôle de Brest-Iroise - CS 10052
29280 Plouzané**

2.3.3 Interprétation des résultats

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

- ❖ **Contaminants inorganiques** en mg/kg de MS :
As, Al, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Fe, Sn, Zn
- ❖ **Contaminants organiques** :
PCB en µg/kg de MS ; HAP en µg/kg de MS ; Indice hydrocarbures en mg/kg de MS

Les résultats d'analyses sont discutés par comparaison aux données du suivi précédent, et mis en relation avec les données issues du ROCCH et du RINBIO.

Le Réseau Intégrateurs Biologiques (RINBIO), développé en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN, anciennement IPSN) depuis 1996, a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination chimique et radiologique dans chaque unité du référentiel géographique du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin RMC. Comme le volet "matière vivante" du Réseau National d'Observation (RNO), il se base sur les capacités bioaccumulatrices de la moule, mais utilise également la technique des transplants qui combine le contrôle expérimental que l'on peut réaliser en laboratoire, avec le réalisme des expériences pratiquées sur le terrain.

Le Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin (ROCCH) anciennement Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) analyse 3 contaminants (ou familles) dans les coquillages : le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le mercure (Hg).

2.4 CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE

2.4.1 Prélèvements

Comme dit précédemment, les prélèvements de sédiments pour analyses du benthos ont été réalisés en même temps que ceux destinés aux analyses géochimiques, les 7 stations d'échantillonnages étant confondues avec celles pour la géochimie. La figure suivante présente l'emplacement de ces stations.

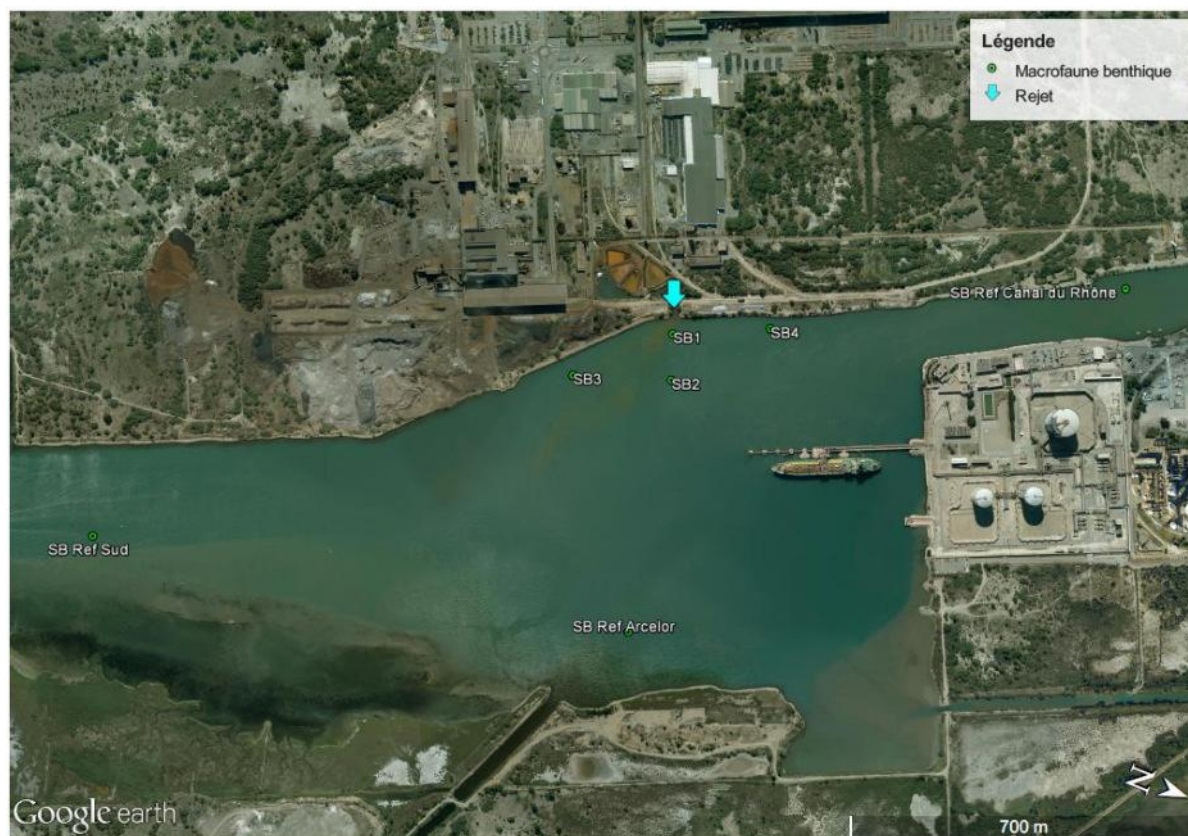


Figure 10 : Localisation des stations de prélèvement de macrofaune benthique

Stations de prélèvement	Latitude	Longitude
SB1	43° 26.809'N	4° 51.168'E
SB2	43° 26.826'N	4° 51.234'E
SB3	43° 26.723'N	4° 51.282'E
SB4	43° 26.907'N	4° 51.106'E
SB. Ref. Canal du Rhône	43° 27.256'N	4° 50.851'E
SB. Ref. Arcelor	43° 26.883'N	4° 51.612'E
SB. Ref. Sud	43° 26.297'N	4° 51.775'E

Tableau 4. Coordonnées des points de prélèvements (WGS84)

2.4.1 Technique de prélèvement

Le protocole de prélèvement est issu du document de référence de la DCE¹ (2014) qui s'appuie lui-même sur les documents du REBENT² et de la norme NF EN ISO 16665³.

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen. Elle permet l'échantillonnage de 1/10 m² de sédiment à chaque coup de benne, surface « normée » dans les protocoles de prélèvement du macrobenthos. Trois prélèvements ont été effectués pour la détermination du macrobenthos.

Pour le sédiment meuble subtidal, la présence ou l'absence des espèces est en relation avec la nature édaphique du sédiment, notamment la granulométrie (la taille des grains du sédiment). Cette taille de grains dépend de la sédimentation qui est fonction des courants et de l'agitation des masses d'eau.

Engins	Nombre de prélèvements par station	Surface unitaire	Surface totale	Profondeur de pénétration
Benne VAN VEEN	3	1/10 m ²	3/10 m ²	30 cm

Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillonnage effectué à la benne Van Veen

Les échantillons ont été tamisés sur tamis de maille 1 mm, cette taille permettant de ne sélectionner que la macrofaune du sédiment (conformément à la norme ISO 16665). La méiofaune (passant sur le tamis de 1 mm et restant sur le tamis de 40 µm) est écartée, car elle n'est pas retenue dans le protocole des études des travaux de routine sur les peuplements des substrats meubles définis par les scientifiques (DAUVIN, 1989). Les organismes vivants ont ensuite été récupérés puis conservés dans une solution d'éthanol pur (99,90%) et d'eau de mer, pour être identifiés par nos soins sous loupe binoculaire et microscope, dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant.



Figure 11. Illustration du conditionnement des prélèvements des échantillons bio-sédimentaires

¹ Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. - Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p. + Annexes

² Hily. C. et Grall. J. 2003. Fiche Technique REBENT 01 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles.

³ Norme NF EN ISO 16665. 2014. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.



2.4.2 Traitement des échantillons

Le protocole de traitement des échantillons est issu du document de référence de la DCE⁴ (2014) qui s'appuie lui-même sur les documents du REBENT⁵ et de la norme NF EN ISO 16665⁶.

2.4.2.1 Rinçage

- ❖ Au laboratoire, chaque échantillon conservé dans l'éthanol a été rincé à l'eau douce. Les refus d'éthanol ont été filtrés et récupérés dans des bidons spécifiques et seront retraités par une entreprise spécialisée.

2.4.2.2 Tri

- ❖ Chaque échantillon a été trié à l'aide de pinces sous hotte aspirante afin de sélectionner la faune parmi les débris et particules sédimentaires (éventuellement végétales). Les organismes récoltés ont été subdivisés selon leur embranchement (*Annelida*, *Echinodermata*, *Arthropoda*, *Mollusca*...) et conservés dans des piluliers contenant de l'éthanol à 70°.
- ❖ Si le refus de tamis est important et présente une variabilité de sédiments, il peut être utile de fractionner l'échantillon en plusieurs fractions (tamis de 1, 2 ou 5 mm) afin d'optimiser le tri.

2.4.2.3 Identification spécifique

- ❖ Les organismes ont été identifiés sous loupe binoculaire et/ou microscope dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant, jusqu'à l'espèce ou, lorsque ce n'était pas possible (animaux abimés lors des prélèvements ou de la conservation), à un rang taxonomique le plus précis possible.
- ❖ Des exceptions peuvent être faites pour les individus des groupes suivants : *Echiura*, *Hemichordata*, *Hydrozoa*, *Insecta*, *Nemertea*, *Oligochaeta*, *Phoronida*, *Platyhelminthes* et *Priapulida*.
- ❖ La liste bibliographe des ouvrages et documents utilisés pour la détermination est citée en fin du rapport. La validité de chaque nom d'espèce a été vérifiée sur le World Register of Marine Species (WoRMS) ou TAXREF.

⁴ Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. - Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p. + Annexes

⁵ Hily. C. et Grall. J. 2003. Fiche Technique REBENT 01 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles.

⁶ Norme NF EN ISO 16665. 2014. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.

2.4.2.4 Dénombrement

- ❖ En règle générale, le dénombrement se fait sur le comptage des têtes, de la partie postérieure de l'animal si l'identification se base sur cette portion de l'individu ou des disques centraux pour les échinodermes.
- ❖ Lorsque la tête est manquante, mais que la présence de plusieurs parties de l'animal autorisant l'identification est observée sans toutefois permettre un dénombrement, l'individu est alors comptabilisé pour signaler sa présence.



Figure 12. Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (ici des exemples)

2.4.3 Interprétation des résultats

L'exploitation des données benthiques acquises au cours de l'étude s'appuie sur :

- ❖ La caractérisation des peuplements (indices...) ;
- ❖ La structure des peuplements (abondance, richesse selon les groupes zoologiques) ;
- ❖ La caractérisation de l'état général de ces peuplements et de leur sensibilité dans le temps (espèces indicatrices, indices de sensibilité ...).

2.4.3.1 Richesse spécifique (S) et Abondance (A)

La richesse spécifique se définit comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée (Frontier et Pichot-Viale, 1998). Dans le cas présent, elle correspond au nombre d'espèces récoltées dans chaque station par cumul d'espèces recensées dans les répliquats de chaque station.

L'abondance correspond au nombre d'individus recensés par unité de surface déterminée (ici pour 0.26m²). On parle alors de densité, qui s'exprime par unité de surface de 1 m².



La liste d'espèces est établie à partir de bases de données de références que sont **WORMS**⁷ (World Register of Marine Species) et **TAXREF**⁸ (référentiel national sur la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et outre-mer dont le Muséum national d'Histoire naturelle est en charge). S'appuyer sur ces référentiels, permet de respecter la nomenclature et la taxonomie.

2.4.3.2 Indices de diversité

2.4.3.2.1. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Piélou (J')

L'indice de Shannon-Wiener est calculé d'après la formule suivante :

$$H' = - \sum ((N_i / N) * \log_2(N_i / N))$$

N_i : nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces).

N : nombre total d'individus.

Cet indice permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à log S (lorsque toutes les espèces ont même abondance). L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983).

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité (J') de Piélou (1966), appelé également indice d'équirépartition. Il correspond au rapport entre la diversité (H') observée au sein d'une station et la diversité maximale, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (Frontier et al., 2004). Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage. L'indice équitabilité (Piélou, 1966) complète l'indice de diversité de Shannon (H'). Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en termes de dominance d'une ou de plusieurs espèces.

La formule de l'équitabilité est la suivante :

$$J' = H' / H'_{\max}$$

⁷ <http://www.marinespecies.org/>

⁸ <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/referentielTaxo>

Il est considéré que l'équitabilité d'une communauté d'un milieu non-perturbé tend vers 1, et qu'il existe la valeur seuil de 0,8 qui désigne ainsi une communauté non équilibrée, où une espèce plus résistante que les autres devient alors largement prédominante.

2.4.3.2.2. Modèle DIMO

Cette représentation permet la visualisation de la richesse spécifique ($\log_2 S$), de l'indice de Shannon-Weaver (H') et de l'équitabilité (E') sur un même plan, dans le but d'analyser la structure des peuplements (Qinghong, 1995).

2.4.3.3 **Indice basé sur les groupes écologiques : l'AMBI**

L'évaluation de la qualité environnementale d'un milieu peut également, et de manière complémentaire, être approchée par une analyse et une reconnaissance des groupes écologiques. Ces derniers sont composés d'espèces de polluo-sensibilité différentes. Ces groupes sont considérés comme des indicateurs biologiques face à l'excès de matière organique et au déficit d'oxygène résultant de sa dégradation. Les espèces sont regroupées en 5 groupes écologiques de polluo-sensibilité différentes :

- ❖ **Groupe I** : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a enrichissement du milieu. Ce sont des suspensivores, des carnivores sélectifs et quelques dépositivores de subsurface tubicoles.
- ❖ **Groupe II** : espèces indifférentes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont peu influencées par une augmentation de la quantité de matière organique (espèces carnivores et nécrophages peu sélectives).
- ❖ **Groupe III** : espèces tolérantes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont naturellement présentes dans les vases, mais comme leurs proliférations sont stimulées par l'enrichissement du milieu, leur présence est un signe du déséquilibre du système. Ce sont des espèces dépositivores de surface, profitant du film superficiel chargé de matière organique.
- ❖ **Groupe IV** : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (< 1 an), abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées. Ce sont des dépositivores de subsurface.
- ❖ **Groupe V** : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface.

Le modèle des Indices Biotiques (IB) mis en place par Glémarec et Hily (1981) a permis de distinguer 4 grandes étapes de variations du milieu en fonction des espèces observées :

- ❖ **Indice Biotique = 0**. Il constitue l'état normal d'un peuplement avec une dominance des espèces sensibles (Groupe écologique I), les premières à disparaître en cas de pollution organique. Ce sont généralement des suspensivores, dépositivores de surface ou carnivores.



- ❖ Indice Biotique = 2. Les espèces tolérantes (Groupe 3) sont stimulées et sont beaucoup plus abondantes. Ce sont des dépositores de surface comme les mollusques bivalves (*Abra*, *Tellina*...), des polychètes Ampharetidés ou des Spionidés. Apparaissent aussi les premiers détritivores, consommateurs de matière végétale figurée (Crustacé, Tanaïdace), c'est le cas des Nereidés ou d'amphipodes Talidridés, Dexaminidés, Gammaridés, Melitidés... Ces espèces tolérantes, dominant les espèces sensibles, définissent cette première étape du déséquilibre.
- ❖ Indice Biotique = 4. C'est la première étape de pollution. Le milieu est caractérisé par des espèces opportunistes de second ordre (groupe IV) susceptibles de proliférer. Ces espèces sont des dépositores de surface ou de subsurface (limivores) qui appartiennent à des familles de polychètes spécialisées parmi lesquelles les Cirratulidés, les Spionidés du genre *Polydora* avec de nombreuses espèces, les Nereidés du genre *Neanthes*, des Eunicien de la famille des Dorvilleidés et des Capitellidés.
- ❖ Indice Biotique = 6. C'est l'étape de pollution maximale, caractérisée par quelques espèces opportunistes de 1^{er} ordre, qui atteignent des densités exceptionnelles (100 000 ind/m²) à la surface des sédiments réduits. Ces espèces très peu nombreuses sont : le Capitellidé *Capitella capitata* (complexe d'espèces), le Spionidé *Malacoceros fuliginosus* et le Leptostracé *Nebalia bipes*. Ces espèces cohabitent avec de nombreux Oligochètes (*Clitellata*) et nématodes.

Entre ces quatre grandes étapes existent des étapes de transition (IB = 1, 3 et 5), définies en premier lieu par l'effondrement des paramètres de Richesse Spécifique et d'Abondance ou au contraire, par l'explosion d'une espèce indifférente (groupe II), favorisée par le manque de compétition. Ces espèces sont généralement carnivores (ex. : *Nephtys hombergii*) ou nécrophages (ex. : *Pagurus*). L'étape 7 correspond au milieu azoïque c'est-à-dire qu'aucun invertébré n'y survit.

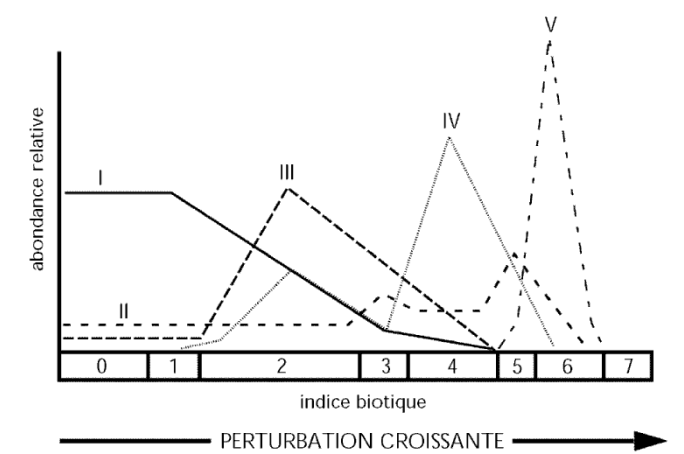


Figure 13. Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques le long du gradient de perturbations croissantes (Glémarec et Hily, 1981)

L'indice biotique pour la macrofaune benthique : l'AMBI

Les indices biotiques pour la macrofaune benthique ont été développés dans le cadre du contrôle de surveillance des eaux de transition pour la Directive Cadre sur l'Eau (Agence de l'Eau & Ifremer). L'indice AMBI repose sur les proportions d'abondance que représentent les 5 groupes écologiques correspondant au classement des espèces en fonction de leur sensibilité/tolérance face à un gradient de stress environnemental (par exemple une pollution ou une modification du milieu). L'indice calculé permet de qualifier le milieu de 0 (milieu normal, aucune pollution d'ordre organique) à 7 (milieu azoïque, très forte pollution d'ordre organique).

Calcul de l'AZTI Marine Biotic Index (AMBI) (Borja *et al.*, 2000) :

$$AMBI = \{(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

Avec : %GI : abondance relative des espèces sensibles aux perturbations

%GII : abondance relative des espèces indifférentes aux perturbations

%GIII : abondance relative des espèces tolérantes aux perturbations

%GIV : abondance relative des espèces opportunistes de second ordre

%GV : abondance relative des espèces opportunistes de premier ordre

L'AMBI a été soumis à de multiples tests pour vérifier sa validité (Borja *et al.*, 2004) et possède l'avantage d'avoir été comparé à ceux fournis par d'autres analyses univariées (diversité, richesse spécifique) ou multivariées pour prouver sa robustesse et son pouvoir discriminant. D'autre part, il a été validé par une série de tests basés sur des composants chimiques (Borja *et al.*, 2000) en identifiant et caractérisant des gradients spatiaux et temporels.

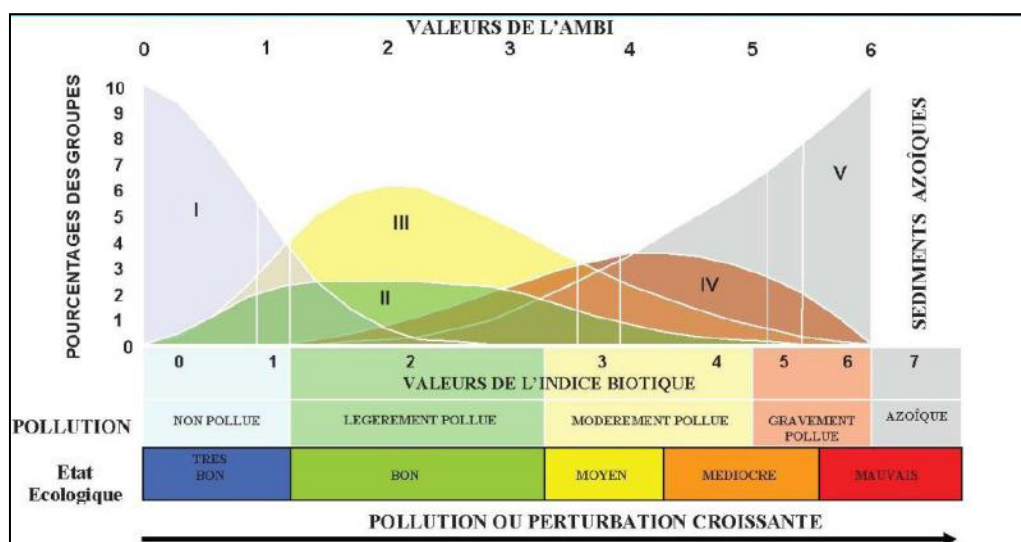


Figure 14. Base écologique de l'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000)



Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	$5.5 < \text{AMBI} \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4.3 < \text{AMBI} \leq 5.5$	Gravement pollué
Moyen	$3.3 < \text{AMBI} \leq 4.3$	Modérément pollé
Bon	$1.2 < \text{AMBI} \leq 3.3$	Légèrement pollué, état transitoire
Très bon	$0 < \text{AMBI} \leq 1.2$	Normal

Tableau 6. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques de la DCE (Borja et al, 2004)

L'indice AMBI permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). En effet, une corrélation avec les Etats Ecologiques définis par la Directive Cadre Eau a été proposée par Borja (2004).

L'utilisation de ces indices basés sur les groupes écologiques permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). Ils peuvent s'avérer intéressants dans le cadre d'un suivi bio-sédimentaire. La modification des peuplements peut alors être classifiée en prenant en compte les caractéristiques propres aux espèces considérées (tolérances, etc.).

2.4.3.4 Classification des habitats en présence

Afin de faciliter la gestion des données sur les habitats naturels et les végétations dans les systèmes d'information sur la nature, le Muséum National d'Histoire Naturelle (**MNHN**) rend disponible le référentiel national des habitats **HABREF**⁹ sous forme informatique sur son site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (**INPN**).

Une fois la recherche effectuée pour les habitats benthiques étudiés au sein de l'étude, une correspondance peut être effectuée dans HABREF. En réalisant les correspondances entre les habitats marins des différentes typologies, l'information et les travaux effectués dans leurs programmes respectifs deviennent accessibles et mutualisables.

Chaque typologie contenue dans HABREF est également téléchargeable séparément, tout comme chacune des tables de correspondances.

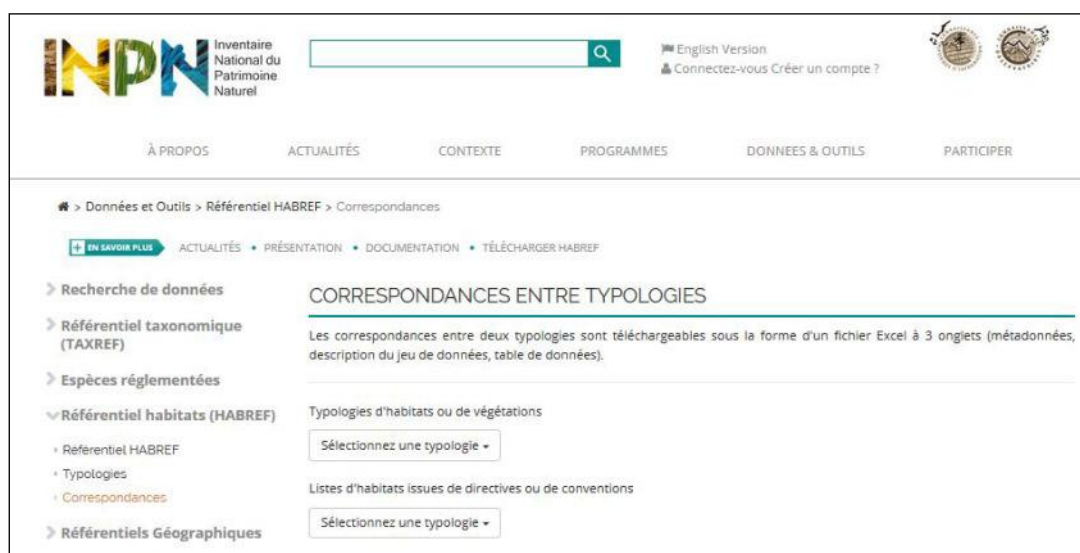


Figure 15. Recherche de correspondances dans les typologies d'habitats sur le site de l'INPN

2.4.3.4.1. La typologie EUNIS¹⁰

La typologie des habitats retenue pour lister les habitats benthiques de l'étude est la classification **EUNIS** (European Nature Information System), référence européenne de classification des habitats pour les domaines terrestres, dulçaquicoles et marins.

Cette typologie repose sur un classement hiérarchique des habitats permettant, pour le domaine marin, d'accéder à des niveaux de précision allant de la simple distinction entre les types rocheux ou meuble (niveau 2), intégrant d'une part, le mode d'exposition et le type de substrat (niveau 3), puis, d'autre part,

⁹ <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats>

¹⁰ Davies C., Moss D., O Hill M., 2012. **EUNIS Habitat Classification revised 2012**



la notion de groupement fonctionnel d'habitats (niveau 4), jusqu'à l'identification précise des peuplements benthiques définis par la présence d'espèces dominantes ou de groupes d'espèces caractéristiques (niveaux 5 et 6).

Concernant le substrat, la détermination des différents types de sédiments est basée sur des caractéristiques granulométriques. La classification granulométrique et sédimentaire la plus souvent utilisée est celle de Wentworth (1922) et Folk (1954).

Fondée sur les travaux des anglo-saxons, la typologie EUNIS subit encore des évolutions au fur et à mesure de sa mise en application. Toutefois en accord avec le programme MESH (Mapping European Seabed Habitats), le Réseau Benthique (REBENT), la version retenue dans cette étude, pour la détermination des habitats benthiques, est la version EUNIS de 2007 révisée en 2012. L'intérêt d'utiliser EUNIS réside dans la possibilité de comparer les habitats au niveau européen et de faciliter la mise en œuvre de directives européennes telles que la Directive Habitats et son outil opérationnel Natura 2000.

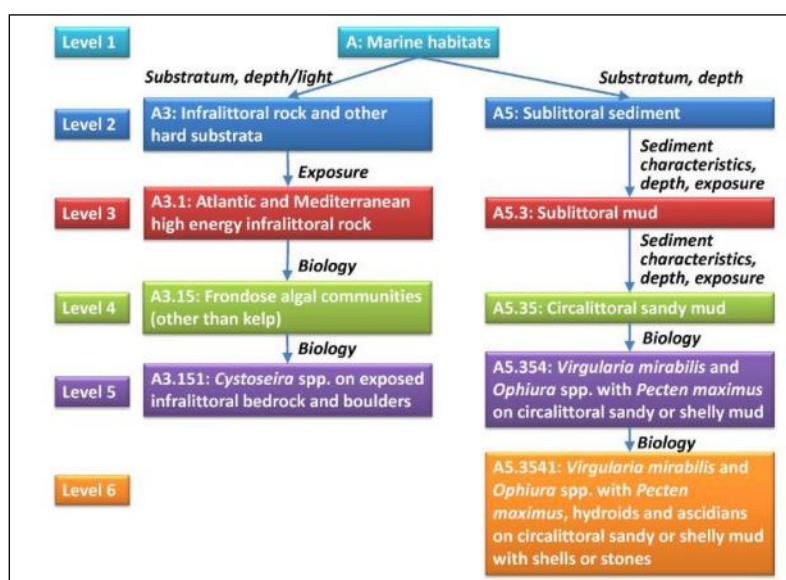


Figure 16. Exemples de la hiérarchie d'EUNIS et les critères utilisés aux différents niveaux

Afin de faciliter l'appropriation de cette typologie par les acteurs concernés (scientifiques, gestionnaires ou bureaux d'études) et favoriser les échanges de connaissance sur la biodiversité des habitats benthiques en cohérence avec ce standard, deux documents ¹¹ ont été publiés en 2015. **Ces documents sont une traduction française** qui transcrit au mieux les descriptions d'habitats de la classification EUNIS.

Il s'agit dans ces documents, du dictionnaire de la typologie EUNIS dans sa version 2007, revue en 2012 pour des modifications des codes de la classification paléarctique et ceux de la classification des habitats marins

¹¹ Bajjouk Touria, Guillaumont Brigitte, Michez Noemie, Thouin Benoît, Croguennec Chantal, Populus Jacques, Louvel-Glaser Justine, Gaudillat Vincent, Chevalier Claire, Tourolle Julie, Hamon Dominique (2015). *Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée*. Vol. 1. Habitats Littoraux et Vol. 2. Habitats subtidaux & complexes d'habitats

de la Grande Bretagne. A noter que cette description reste identique pour les habitats communs à la version 2004, largement utilisée comme typologie de référence, notamment pour la cartographie d'habitats dans le cadre du REBENT. Seuls les habitats benthiques présents ou potentiellement présents en France ont été traduits. La présence en France a été déterminée par consultation des experts du domaine ainsi que des documents de référence (référentiel national, descriptifs EUNIS, Barcelone, Cartes historiques).



Figure 17. EUNIS : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée (2015)

En janvier 2019, est paru également un guide intitulé « GUIDE de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS »¹².

Ce guide est un outil d'accompagnement à l'identification des habitats avec la typologie EUNIS.

Il permet de mieux appréhender cette typologie d'habitat et d'améliorer la rigueur et la reproductibilité des interprétations et identifications réalisées sur le terrain comme préalable aux inventaires, cartographies et suivis. À terme, cela permet d'entrevoir une bancarisation plus efficace des informations sur la distribution des habitats.

¹² Guillaume Gayet, Florence Baptist, Lise Maciejewski, Rémy Poncet, Farid Bensettiti, 2018. **Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS** - version 1.0. AFB, collection Guides et protocoles, 230 pages

Sont proposés :

- une présentation de la typologie EUNIS (Partie A) ;
- des clefs de détermination pour identifier les grands types d'habitats jusqu'au niveau 3 d'EUNIS ; ce qui est le plus souvent possible à toute période de l'année sans relevé floristique (Partie B) ;
- des descriptions illustrées pour vérifier l'identification réalisée (Partie C) ;
- en complément, les habitats qui peuvent représenter des objectifs particuliers de conservation sont indiqués (Annexe).

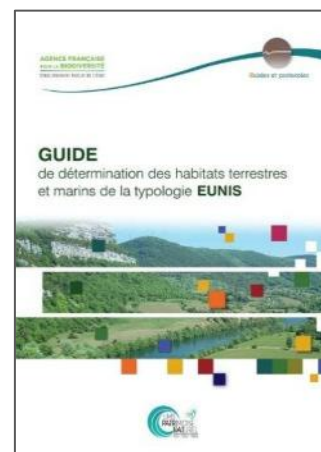


Figure 18 : Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS (2019)

2.4.3.4.2. « Cahiers d'Habitats » Natura 2000 ¹³

Publiés en 2004, les Cahiers d'Habitats sont la continuité de la classification Corine Biotope (1991). Ils déclinent les habitats génériques de la Directive Habitats en 7 tomes. Dans celui concernant les milieux côtiers (Tome 2), huit habitats génériques sont reconnus :

- ❖ 1110 : Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine ;
- ❖ 1120 : Herbiers à Posidonies ;
- ❖ 1130 : Estuaires ;
- ❖ 1140 : Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ;
- ❖ 1150 : Lagunes côtières ;
- ❖ 1160 : Grandes criques et baies peu profondes ;
- ❖ 1170 : Récifs ;
- ❖ 8330 : Grottes marines submergées ou semi-submergées.



Figure 19. Exemple de fiche d'habitat élémentaire de N2000

Ces 8 habitats génériques se déclinent en 43 habitats élémentaires pour les côtes françaises. Les habitats déclinés sont l'expression d'une variabilité écologique (chorologique, climatique, édaphique...) ou biogéographique (répartition atlantique et méditerranéenne...), ou de l'influence anthropique (modes de gestion) de l'habitat générique.

¹³ « Cahiers d'Habitats » Natura 2000 - 2004. Tome 2, Habitats côtiers. La Documentation française

2.4.3.4.3. Le référentiel national : La Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & La Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée^{14 15}

Publié par le Service du Patrimoine Naturel (Muséum national d'Histoire Naturelle), le référentiel national des habitats marins benthiques est composé de deux parties : une typologie des **biocénoses benthiques de Méditerranée** réalisée en 2011 (Michez et al. et mise à jour en 2014) et une pour les habitats présents en **Manche, en Mer du Nord et en Atlantique** (Michez et al., 2015).

Ce référentiel national définit un langage commun facilitant la mise en œuvre des politiques publiques de conservation et permet d'inventorier les habitats présents en France métropolitaine. Son utilisation est préconisée pour l'ensemble des programmes ayant attrait à la conservation des habitats marins à l'échelle nationale.

Il sert également de support pour établir le point de vue français sur cette thématique ainsi que les propositions de modifications et d'ajouts au référentiel européen des habitats EUNIS.

Ce référentiel est décliné en **6 niveaux** pour la Manche, Mer du Nord et Atlantique et en **4 niveaux** pour la Méditerranée.



Figure 20. Les typologies des biocénoses benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique & de Méditerranée (2019 et 2014)

¹⁴ Michez N., Bajjouk T., Aish A., Andersen A. C., Ar Gall E., Baffreau A., Blanchet H., Chauvet P., Dauvin J.-C., De Casamajor M. - N., Derrien - Courtel S., Dubois S., Fabri M. - C., Houbin C., Legall L., Menot L., Rolet C., Sauriau P.-G., Thiebaut E., Tourolle J., Van den Beld I., 2015. **Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique Version 3. Rapport SPN 2019 - 45**, MNHN, Paris, 61 pages.

¹⁵ Michez N., Fourt M., Aish A., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Fabri M.-C., Goujard A., Harmelin J.-G., Labrune C., Pergent G., Sartoretto S., Vacelet J., Verlaque M., 2014. **Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée Version 2. Rapport SPN 2014 - 33**, MNHN, Paris, 26 pages.



2.5 SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS SUIVIS ET NOMENCLATURE ADOPTÉE

Station	Compartiment	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
SB1	Sédiment Benthos	43° 26.809'N	4° 51.168'E	4,5
SB2	Sédiment Benthos	43° 26.826'N	4° 51.234'E	5
SB3	Sédiment Benthos	43° 26.723'N	4° 51.282'E	11
SB4	Sédiment Benthos	43° 26.907'N	4° 51.106'E	5
S5	Sédiment	43° 26.666'N	4° 51.367'E	12
S6	Sédiment	43° 27.057'N	4° 51.018'E	5
SB. Ref. Canal du Rhône	Sédiment Benthos	43° 27.256'N	4° 50.851'E	5
SB. Ref. Arcélor	Sédiment Benthos	43° 26.883'N	4° 51.612'E	7
SB. Ref. Sud	Sédiment Benthos	43° 26.297'N	4° 51.775'E	6
SE Lag. Asco	Sédiment	43° 26.762'N	4° 51.102'E	2
MV1	Matière Vivante	43° 26.798'N	4° 51.150'E	0,5
MV2	Matière Vivante	43° 26.811'N	4° 51.141'E	0,5
MV3	Matière Vivante	43° 26.901'N	4° 51.091'E	0,5
MV4	Matière Vivante	43° 26.711'N	4° 51.259'E	0,5
MV Ref. Arcélor	Matière Vivante	43° 26.900'N	4° 51.711'E	0,5
MV Ref. Canal du Rhône	Matière Vivante	43° 27.253'N	4° 50.828'E	0,5
MV Ref. Sud	Matière Vivante	43° 26.227'N	4° 51.674'E	0,5

Tableau 7. Coordonnées GPS (WGS 84) et profondeur des stations de suivi

3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1 DONNEES D'ACTIVITE ASCOMETAL ET MESURES INTERNES DE QUALITE DES EAUX

À la suite du suivi 2012, il a été suggéré en réunion avec les services de l'état d'opposer les données d'activités de l'usine et d'autosurveillance du rejet aux données d'analyses géochimiques des sédiments, de la matière vivante (moule) et des peuplements benthiques.

Ces données représentent une source de compréhension complémentaire aux variations de la contamination ou de l'état global des différents compartiments analysés lors des suivis.

3.1.1 Intensité de la production lors des années de suivi

La figure suivante présente les quantités d'acier produit chaque mois par l'usine ASCOMETAL lors des années de suivi environnemental en 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et 2020.

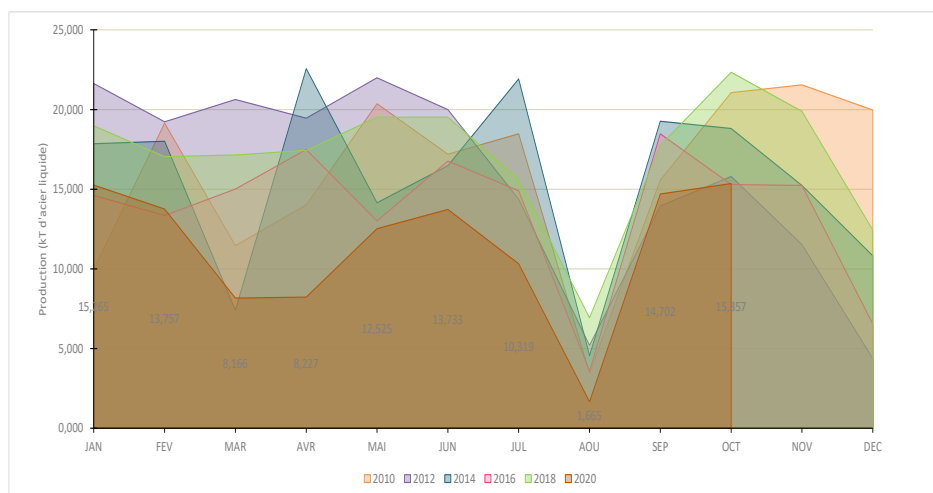


Figure 21. Production de l'usine ASCOMETAL au cours des années de suivi en 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 et jusqu'à octobre 2020 (ASCOMETAL, 2020)

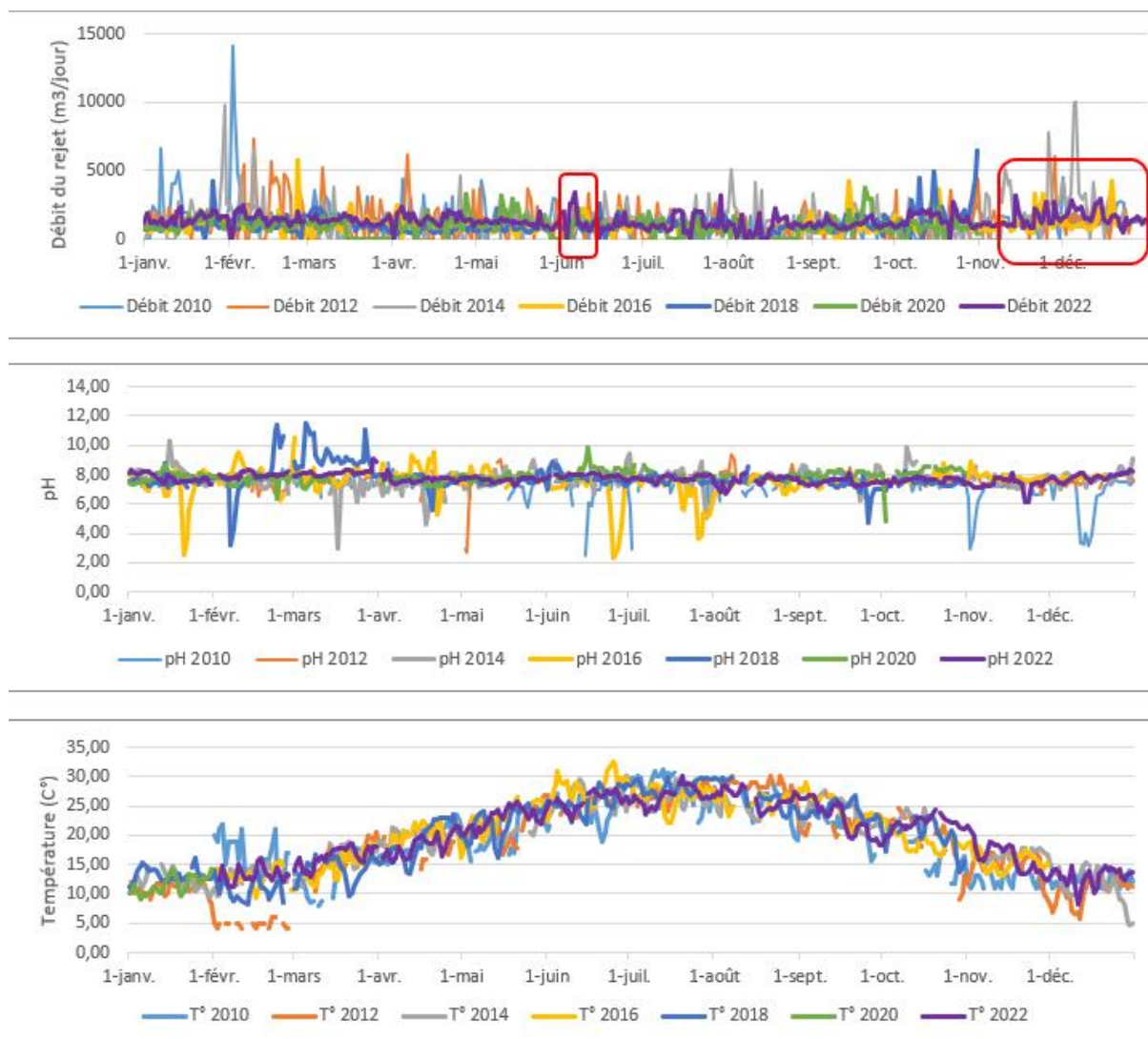
La production de l'usine est relativement fluctuante depuis le début de l'année 2020 et se situe autour de 14 000 T d'acier liquide produit. Une nette décroissance est visible entre mars et, mai du fait du premier confinement suit à la crise sanitaire. Les productions mensuelles sont de manière générale, moins importantes en 2020 qu'en 2018. Les valeurs de production sont quasiment les moins importantes sur l'ensemble de l'année comparé aux autres années de production.

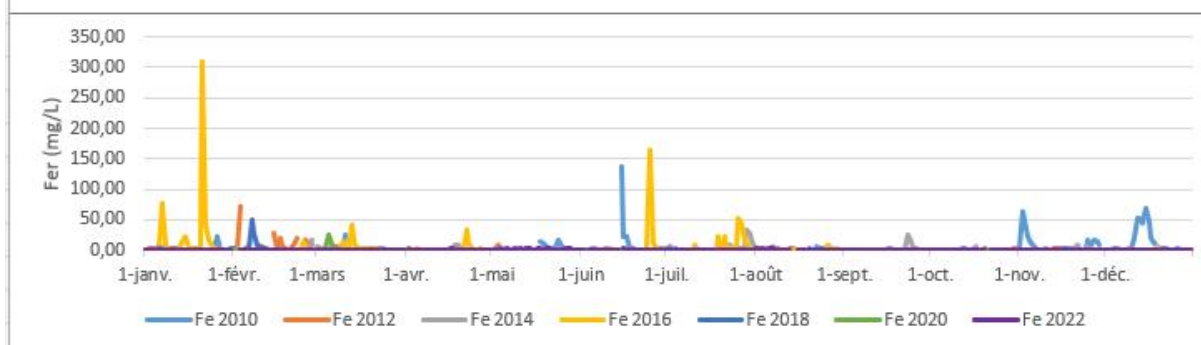
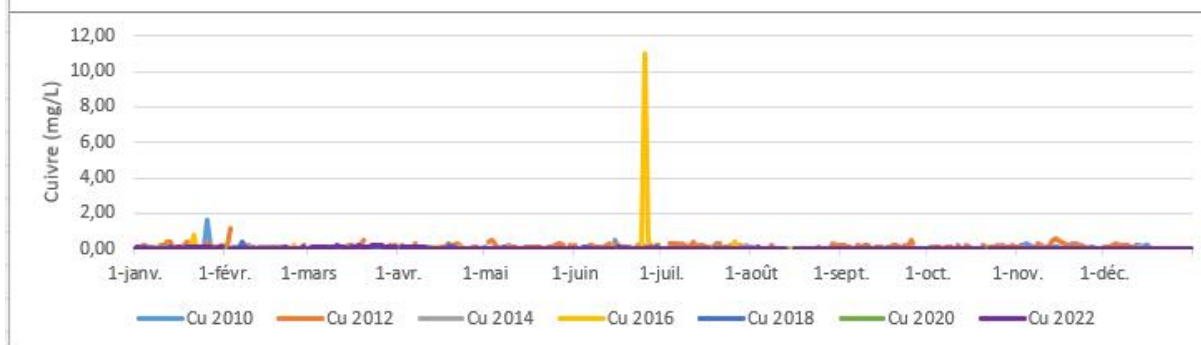
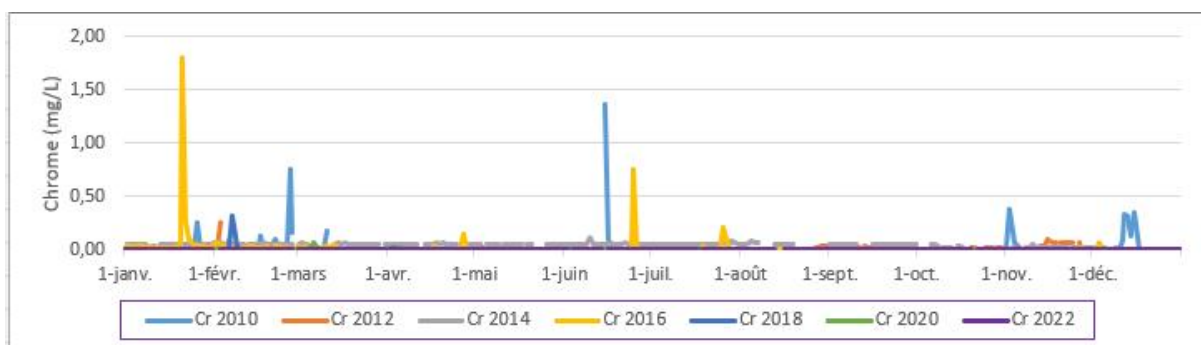
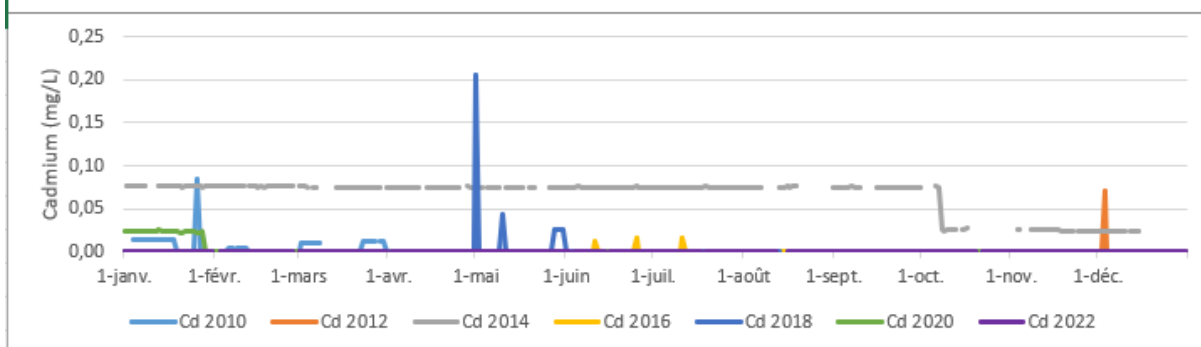
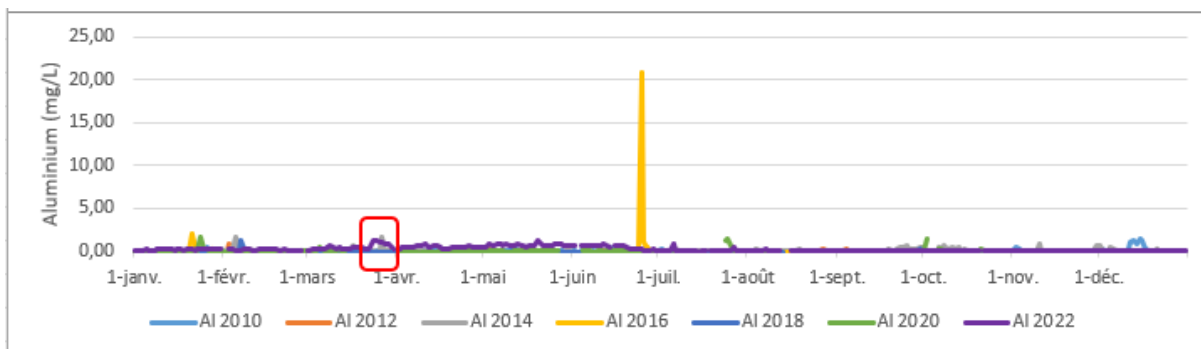
La production de l'usine est sensiblement était la même d'une année sur l'autre depuis 2010 et s'échelonne entre environ 3 kT/mois et 24 kT/mois. On observe une nette diminution mensuelle entre mars 2020 et septembre 2020, probablement dû à la crise sanitaire, et un pic bas sur les mois de mars et avril (premier confinement). Le mois d'août est consacré à l'entretien des installations. La production est donc réduite durant ce mois de l'année. Les valeurs de production des mois précédents l'étude sont du même ordre que l'année 2014.



3.1.2 Auto-surveillance du rejet

À la demande des services de l'état, les données d'auto-surveillance du rejet ont été mises à disposition. Les figures ci-après présentent les flux quotidiens de métaux rejetés au cours des années ayant fait l'objet d'un suivi, soit lors des suivis de 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 et 2022. Elles sont comparées aux valeurs maximales admises par le dispositif d'auto-surveillance (valeur max) et les Normes de Qualité Environnementale en vigueur.







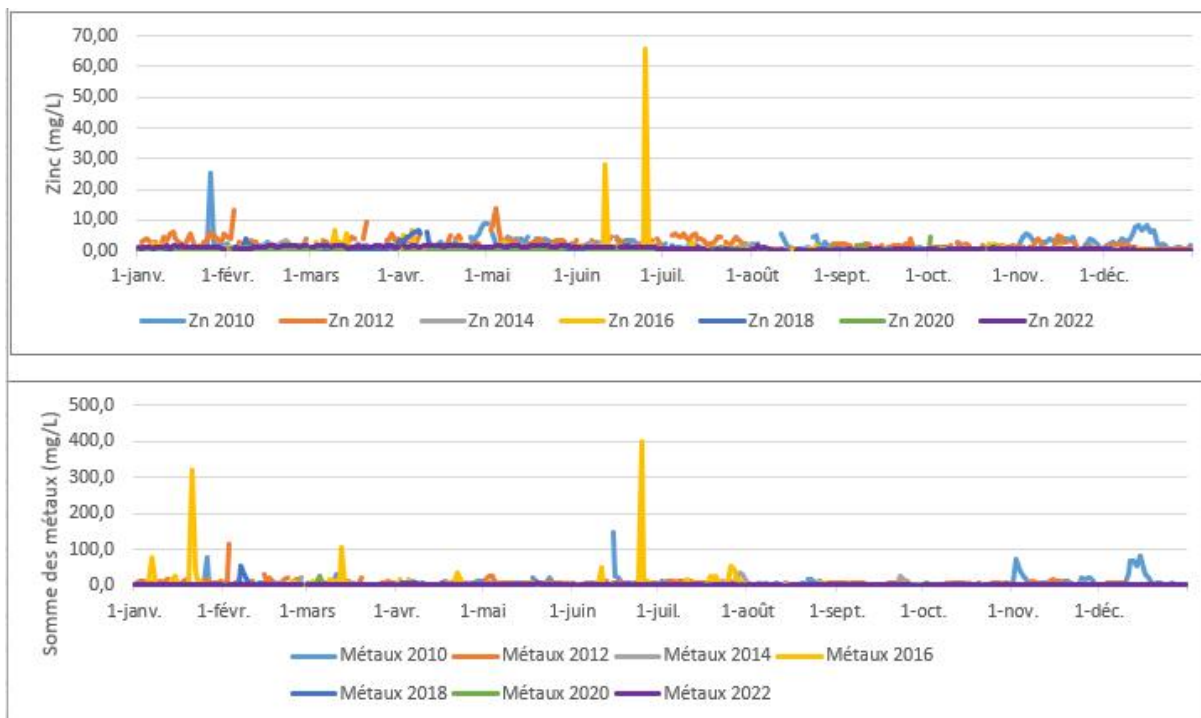


Figure 22 : Relevés d'auto-surveillance lors des années de suivis

En 2023 (suivi « 2022 »), les mesures montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en étain en février, mai et décembre, et de nickel en janvier.

Les résultats de l'autosurveillance au fil des années montrent une nette amélioration de la qualité des eaux de rejet. Cette amélioration est visible notamment entre 2014 et 2022. Les valeurs des éléments testés au-delà des seuils sont très faibles.



3.2 SEDIMENTS

Les résultats bruts des sédiments du laboratoire sont fournis en Annexe 01.

3.2.1 Granulométrie

La granulométrie est un facteur important dans l'évaluation de la contamination des sédiments marins. En effet la taille des particules dont est composé le sédiment va jouer un rôle dans la fixation des polluants sur le sédiment. Plus les particules sont fines et plus les liaisons entre elles sont fortes, le processus d'adsorption physique est donc facilité (Licari, 1998).

La taille des grains constituant un sédiment est extrêmement variable. Elle dépend avant tout des conditions dynamiques régnant dans le milieu de dépôt. Grossièrement, on distingue : les sables, dont la taille est supérieure à 63 μm ; les limons, dont la taille est comprise entre 2 et 63 μm ; les argiles, dont la taille est inférieure à 2 μm .

3.2.1.1 Résultats 2022-2023

Station	Argiles (% particules <0,002mm)	Limons (0,002mm<% particules <0,063mm)	Sables (0,063mm<% particules <2mm)
Lagune ASCO INDUSTRIE			
SE Lag Asco	6,43	55,79	37,77
Sédiments marins			
SB Ref Canal du Rhône	5,25	48,24	46,51
S6	5,92	52,8	41,28
SB4	9,06	85,3	5,64
SB1	9,17	83,19	7,64
SB2	8,55	77,32	14,13
SB Ref Arcelor	6,43	55,79	37,77
SB3	10,85	82,18	6,97
S5	10,54	82,72	6,74
SB Ref Sud	1,36	13,09	85,56
Moyenne Sédiments marins	7,36	63,64	29,00
Ecart-Type ($\pm$)	2,87	23,04	25,85

Tableau 8. Granulométrie des sédiments début 2023

Trois stations sont constituées de fraction assez importante de sables : la station Ref Canal du Rhône (46.5%), S6 (41.3 %) et la station SB Ref Sud qui est constituée à 85.6 % de fraction sableuse. Le reste des échantillons prélevés en 2023 dispose d'une composition granulométrique relativement similaire : les sédiments de la darse sont essentiellement des limons (entre 56 % et 85%), les sables sont ensuite les plus représentés avec proportionnellement 8 à 38% de l'ensemble des particules des échantillons, puis viennent les argiles à hauteur de 6 à 11 %.

Les valeurs mesurées en 2023 sur l'ensemble des stations sont proches des valeurs des suivis précédents. La station de la lagune présente en envasement en 2023 tout comme en 2020, alors qu'elle présentait une

fraction de sable plus importante que les autres années. La station SB Ref canal du Rhône présente en ensablement en 2020 et 2023.



Figure 23. Granulométrie des sédiments des suivis de 2012 et 2022-2023



En 2012, les sédiments de la lagune ASCOMETAL étaient presque exclusivement constitués de limons (80,69%) et d'argiles (19,06%).

Il est possible de noter que la proportion de sable de la station la plus au sud de la Darse « SB Ref Sud » avait tendance à diminuer jusqu'en 2016 et avait réaugmenté en 2018 et se stabilise en 2020 et 2023. En revanche, la station S5, située au nord de SB Ref Sud, qui voyait sa proportion de sables augmenter au cours du temps, rediminuait sur le suivi de 2018 et se stabilise également en 2020 ainsi qu'en 2023.

L'augmentation de la part de sable dans les prélèvements entraîne une diminution des particules fines (particules < 63µm) auxquels les polluants sont préférentiellement liés. Cette évolution aura une incidence sur la contamination générale des échantillons concernés.

3.2.1.2 Proportion de particules fines entre 2010 et 2023

La part de particules fines dans les sédiments a légèrement variée ou s'est maintenue entre 2020 et 2023 au niveau de la plupart des stations. La station Ref Arcelor présente tout de même une importante diminution de fines entre 2020 et 2023. On note également des tendances de régression sur la station Ref Canal du Rhône (ensablement).

Stations	%Gr,<63µm				2018	2020	2022	Variation 2020/2022 (%)
	2010	2012	2014	2016				
SB Ref Canal du Rhône	75,54	82,27	64,06	84,01	85,54	62,59	53,49	-15
S6	64,18	73,51	79,88	71,1	67,36	59,88	58,72	-2
SB4	94,51	89,55	84,01	83,69	92,8	94,61	94,36	0
SB1	88,41	87,59	68,06	65,52	88,57	84,76	92,36	9
SE Lag Asco	92,79	99,75	66,79	64,87	46,31	84,3	83,51	-1
SB2	0	76,72	87,87	72,23	83,85	93,69	85,87	-8
SB Ref Arcelor	85,41	88,29	87,74	88,61	83,52	88,77	62,22	-30
SB3	90,7	94,41	79,98	88,61	95,19	95,16	93,03	-2
S5	0	89	86,11	82,79	91,79	92,95	93,26	0
SB Ref Sud	7,46	13,77	18,28	24,89	13,85	13,24	14,45	9

Tableau 9. Proportion de la fraction fine dans les prélèvements de 2010 à 2023, et pourcentage de variation.

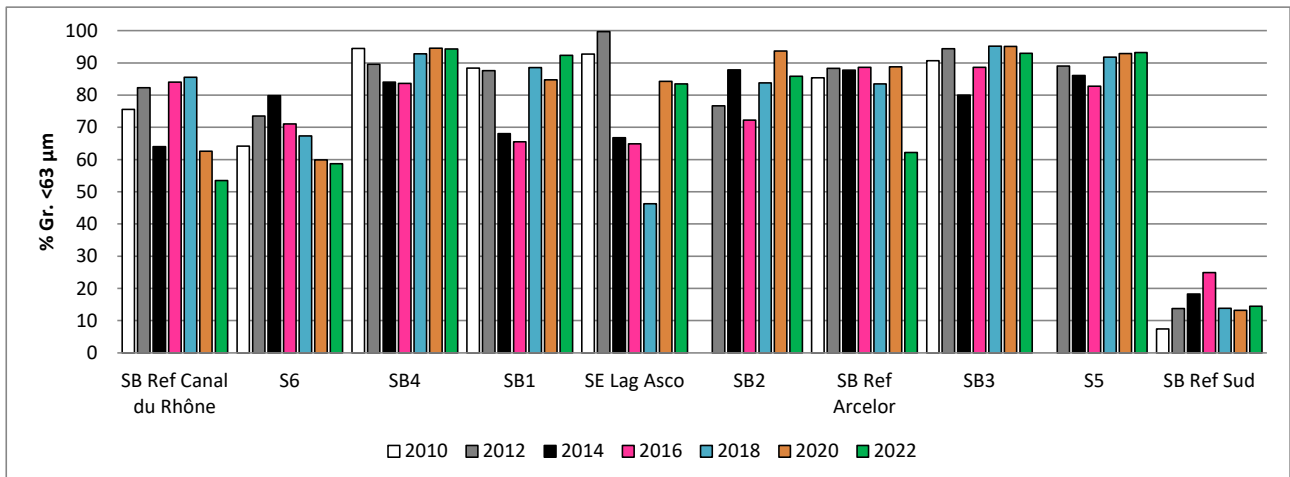


Figure 24. Pourcentage de fraction fine au niveau des stations de suivi de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, Setec)

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2023 ont montré que la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement équivalentes.

Cependant, comme pour les suivis précédents, il est important de noter la part plus importante de sable caractérisant l'échantillon SB Ref Sud vis-à-vis des autres stations échantillonnées. Cette proportion tendait à diminuer entre 2012 et 2016 et à augmenter entre 2018 et 2023. Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), les sédiments des stations ont vu leur proportion de fines plutôt stables entre 2018 et 2023 là où une augmentation avait été constatée entre 2016 et 2018. Les autres prélèvements présentent des taux plutôt stables en particules de diamètre inférieur à 63 µm (léger ensablement sur les stations Ref Canal du Rhône et Ref Arcelor) mis à part la station de référence Lag Asco qui voit sa proportion de sédiments fins se maintenir suite à l'augmentation notable observée en 2020.

L'ensablement global de la zone proximité du rejet est beaucoup moins visible lors de cette campagne contrairement aux autres suivis antérieurs à 2020.

Une augmentation notable de la part de fine était également observable au nord de la zone au niveau de la station SB Ref Canal du Rhône entre 2014 et 2016. La proportion relevée dans l'échantillon de 2018 dépassait la valeur mesurée en 2012. L'ensablement observé en 2020 était comparable aux données de 2014. En 2023, l'ensablement s'est encore accentué.

Ces variations peuvent entraîner une évolution de la contamination de la darse liée à la présence de particules fines.



3.2.2 Composés organiques et nutritifs

3.2.2.1 Valeurs de références

Les résultats de contamination organique obtenus par l'analyse des sédiments marins et lagunaires prélevés sont comparés à des valeurs de références définies par :

- ❖ « L'outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaire » (IFREMER, 2008) élaboré par le « Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) » du Languedoc-Roussillon en collaboration avec l'IFREMER pour les teneurs en **matière organique, en azote et en phosphore**.

États	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
MO (% de MS)	<3,5	3,5 - 5	5 - 7,5	7,5 - 10	>10
NT (g/kg de MS)	<1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	>4
PT (mg/kg MS)	<400	400 - 500	500 - 600	600 - 700	>700

Tableau 10. Valeurs de référence des teneurs en matière organique et nutriments (IFREMER, 2008)

- ❖ Le « Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire » élaboré pour le compte de la Région PACA et de l'Agence de l'Eau RMC (Licari, 1998) pour les concentrations en **Carbone Organique Total**.

Concentration en CO en % du poids sec	Faible	Moyenne	Forte
Fraction <63µm <60%	<0,44	0,44 - 0,75	>0,75
Fraction <63µm >60%	<0,75	0,75 - 1,33	>1,33

Tableau 11. Valeurs de référence des teneurs en carbone organique selon le pourcentage de fraction fine (Licari, 1998)

- ❖ L'**Indice de Contamination Organique** issu des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) se basant sur une évaluation de trois paramètres : le Carbone Organique Total, l'Azote Total et le Phosphore Total. Leur concentration dans le sédiment est hiérarchisée en 5 classes selon le tableau suivant. L'Indice de contamination organique s'étend de 0 à 11 et correspond à la somme des trois valeurs obtenues.

Indice		Nulle 0	Faible 1	Moyen 2	Fort 3	Très fort 4
Paramètres	Carbone Organique Total (%)	<0,6	0,6 - 2,3	2,4 - 4	4,1 - 5,8	>5,8
	Azote Total (mg/ kg de MS)	<600	600 - 1200	1200 - 2400	2400 - 3600	>3600
	Phosphore total (mg/kg de MS)	<500	500 - 800	800 - 1200	>1200	
Indice de Contamination Organique		0	0 - 2,75	2,75 -5,5	5,5 - 8,25	>8,25

Tableau 12. Indice de contamination organique d'après Romont (1966) et Pruvot (1999) dans Alzieu (2003)

3.2.2.2 Matière organique

Les mesures effectuées au niveau de la lagune ASCOMETAL montrent un pourcentage élevé en matière organique (12,8%) correspondant à un niveau d'eutrophisation « mauvais » selon la grille de classification du RSL IFREMER. La valeur est proche a diminué par rapport su suivi de 2020 (15,4%).

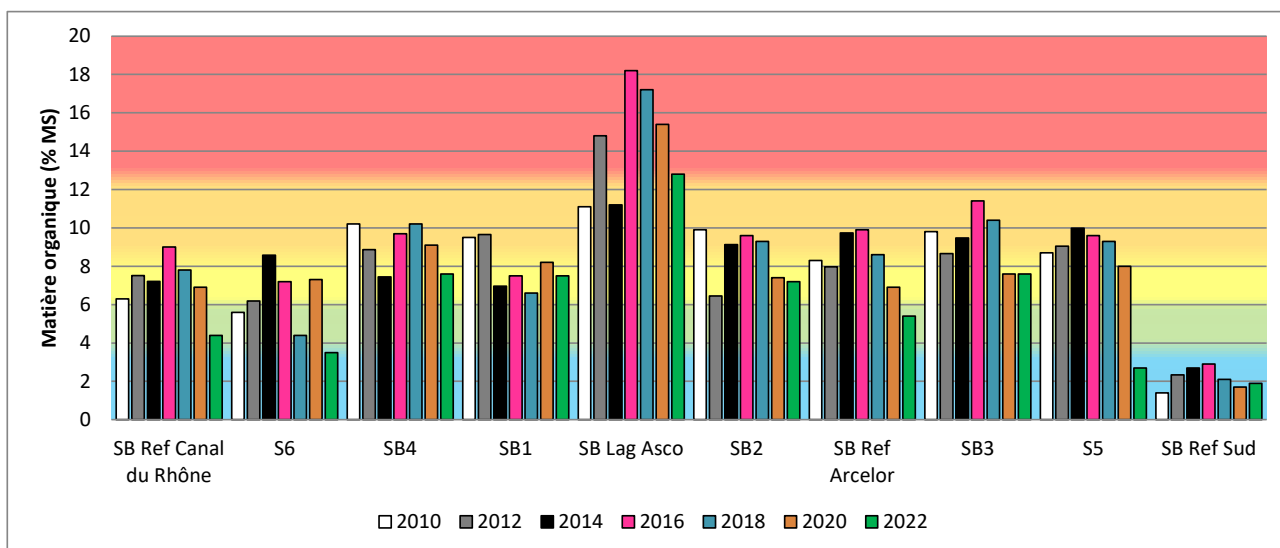


Figure 25. Pourcentage de matière organique du sédiment entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec in vivo)

Les mesures effectuées en 2023 au niveau de la darse 1 montrent des concentrations en matières organiques légèrement plus importantes sur les stations SB1, SB3, S4 et S5.

Ces concentrations correspondent à un niveau d'eutrophisation « moyen » à « fort » selon la grille du RSL IFREMER.

Comme lors des suivis précédents, la station de référence SB Ref Sud présente une concentration faible en matière organique correspondant à un état d'eutrophisation « très bon » selon le RSL IFREMER. Cette concentration qui avait tendance à augmenter depuis 2010, était en baisse depuis 2018 et se stabilise au cours des derniers suivis.



D'une façon générale, les valeurs ont diminué par rapport au suivi précédent.

La figure suivante présente les données de concentration des échantillons en matière organique et en particules fines pour toutes les stations de la darse. La concentration en matière organique est relativement bien corrélée à la proportion de particules fines. Les mêmes tendances d'augmentation et de diminution sont observées entre 2012 et 2023. Les concentrations relevées au niveau de la station SB Ref Sud se distinguent par des valeurs extrêmes faibles en MO.

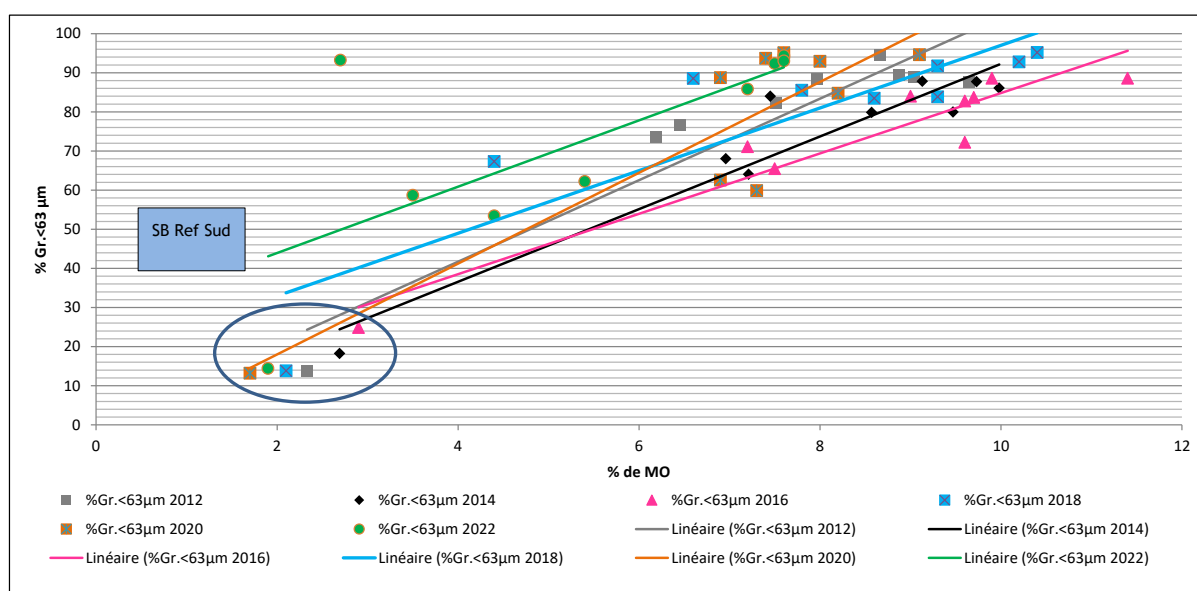


Figure 26. Relation entre la concentration en matière organique et en particules fines entre 2012 et 2022

En revanche, ces paramètres sont très peu corrélés pour les prélèvements effectués dans la lagune.

Ces graphiques montrent que pour l'ensemble des stations de la Darse, la concentration en matière organique a tendance à augmenter plus rapidement que la part de fines, exception faite de la station SB Ref Sud.

Les teneurs en matière organique sont relativement stables pour la plupart des stations entre 2018 et 2023. On note le décalage des stations du fait de la baisse générale des teneurs pour le suivi de 2022, mais on peut noter également que ces dernières restent du même ordre que celles des années antérieures.

Les variations en matière organique peuvent être dues en partie à une variation de la granulométrie entre les échantillons.

3.2.2.4 Carbone Organique Total

3.2.2.4.1. Résultats 2022-23

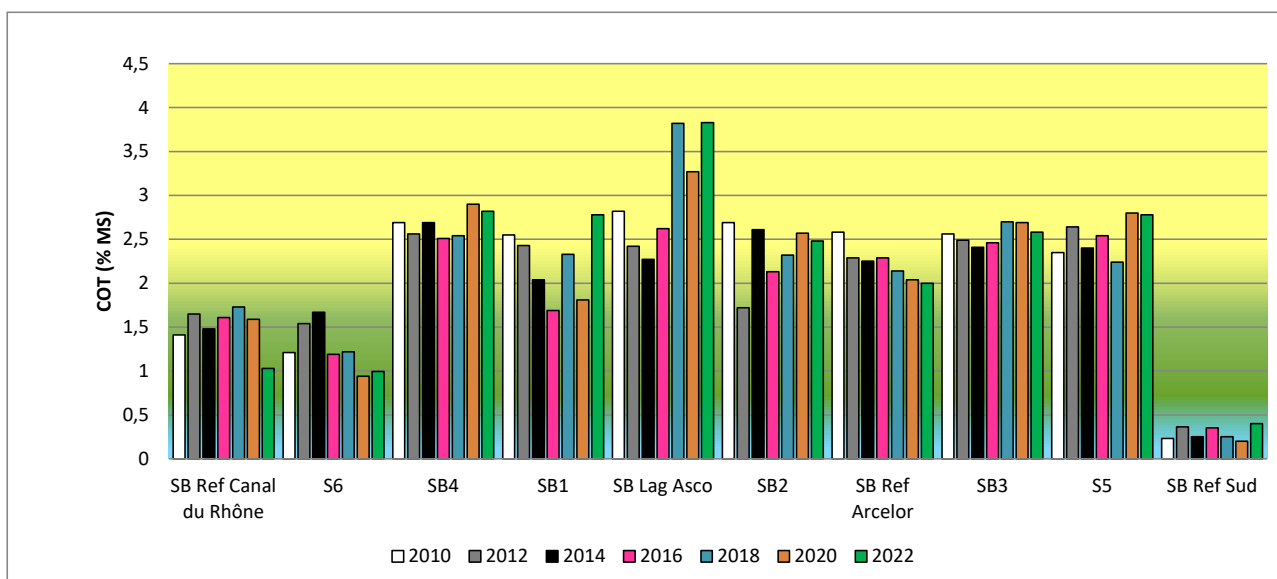


Figure 27. Pourcentage de carbone organique total entre 2010 et 2022 - Données brutes (Safege, In Vivo, Setec)

Les concentrations en carbone organique total des sédiments de la Darse 1 et de la lagune ASCOMETAL atteignent des niveaux élevés selon la classification de Licari (1998). Selon l'indice de contamination organique développé par Romont (1966) et Pruvot (1999), et repris par Alzieu (2003) pour évaluer la contamination portuaire, les valeurs sont d'un niveau faible (vert sur la figure ci-dessus) à moyen (jaune). Pour le suivi de 2022, les valeurs les plus élevées sont atteintes au niveau des stations SB4 et SB5 ainsi que la station Lag Asco avec respectivement 2,82 %, 2,78 % et 3,83 % de COT. La station SB Lag Asco présentait des valeurs aussi élevées en COT en 2018.

Comme lors des suivis précédents, la concentration la plus faible mesurée en 2023 est au niveau de la station SB Ref Sud (0,40%).

Les stations SB Ref Canal du Rhône et S6, situées en amont (au Nord) présentent, elles, les concentrations en COT les moins élevées mesurées dans la darse comme en 2018 et 2020.

Les valeurs mesurées sur l'ensemble des stations de la darse sont relativement équivalentes entre elles et oscillent globalement entre 1% et 3,8 %. Ces valeurs sont considérées comme élevées.

La figure suivante présente la relation entre les proportions de fines et de COT des échantillons prélevés dans la Darse. La relation entre la proportion de COT et celle de particules fines dans les sédiments qui était très étroite en 2012 et 2014 apparaissait moins nette en 2016, et l'était de nouveau en 2018, 2020 et 2023.

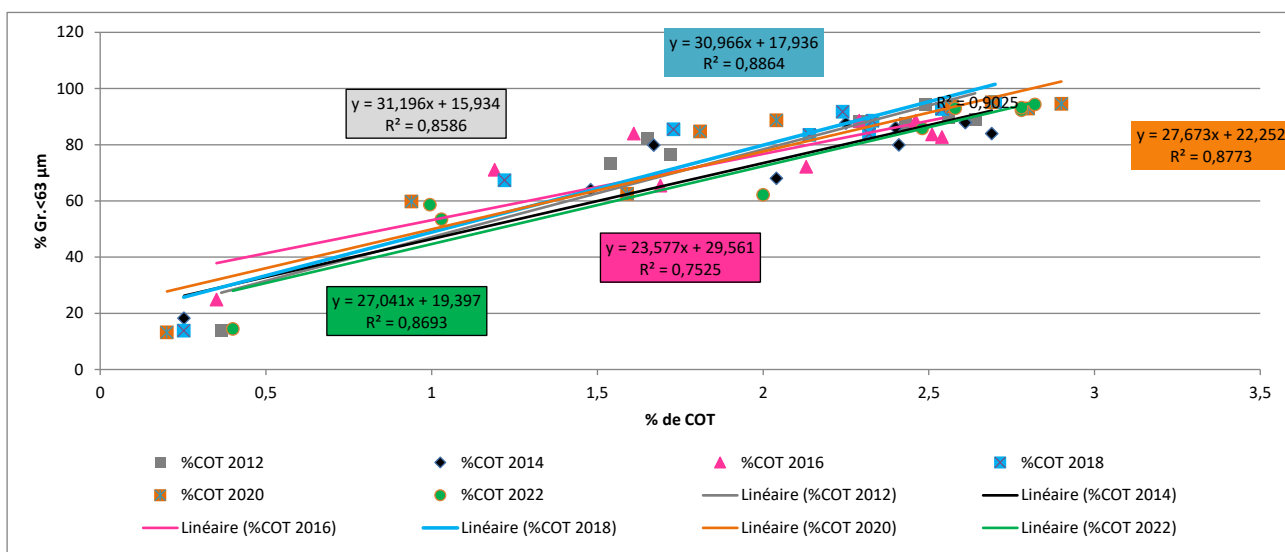


Figure 28. Relation entre le pourcentage de COT et le pourcentage de fines des sédiments entre 2012 et 2022

Les valeurs de Carbone Organique Total relevées en 2023 montrent des résultats comparables au suivi 2020 sur les stations.

Il existe une corrélation significative entre les concentrations en particules fines et en COT.

3.2.2.5 Azote de Kjeldahl

3.2.2.5.1. Suivi 2022-23

Les niveaux d'azote relevés au niveau de la quasi-totalité des stations sont compris entre **1000 mg et 2500 mg par kg de MS** et sont considérés comme étant d'un niveau « bon » pour toutes les stations selon la grille d'évaluation du RSL IFREMER (2008) sauf pour la station de la lagune qui présente un niveau « moyen ». Cette station ne présente pas les taux très élevés trouvés exceptionnellement en 2018 (5100 mg par kg de MS).

Les concentrations calculées pour la station SB Ref Sud sont quant à elles inférieures à **500 mg/kg de MS**.

La concentration en azote des sédiments est plutôt stable sur la majorité des points excepté sur les stations SB1 et Lag Asc.

D'une façon générale, les valeurs restent proches de celles obtenues lors des précédents suivis.

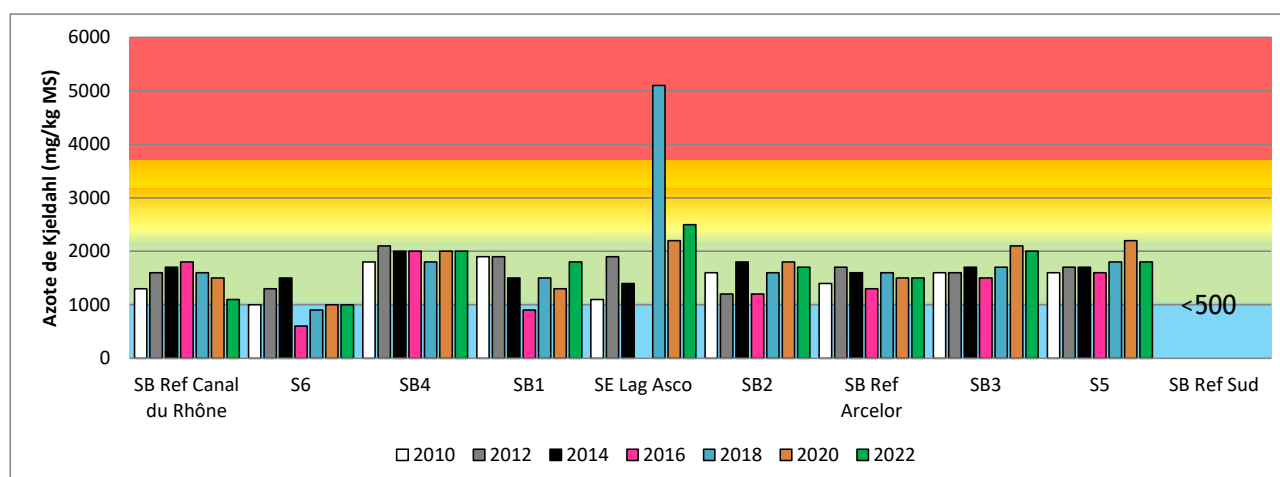


Figure 29. Concentration en azote total de 2010 à 2022 (SAFEGE, IN VIVO, Setec)

Les concentrations en azote des sédiments prélevés en 2023 sont globalement en légère baisse par rapport à 2020 ou en légère augmentation pour deux stations (SB1 et Lag Asco). La station SE Lag Asco présentait un fort pic de concentration en azote en 2018 (près de 4 à 5 fois plus que dans les autres stations) présentait en 2020 une valeur bien plus faible. Les concentrations mesurées au niveau des stations faisant face au rejet (SB1, SB2) qui avaient largement diminué en 2016 par rapport à 2014, et qui avaient de nouveau augmenté en 2018, voient leurs valeurs plutôt stables en 2020 et 2023. Le rejet ASCOMETAL a vraisemblablement une incidence sur la contamination en azote des sédiments en 2023.



3.2.2.6 Phosphore

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire, l'orthophosphate, est essentielle à la vie aquatique.

3.2.2.6.1. Suivi 2022-23

Les mesures de phosphore montrent des concentrations relativement équivalentes sur l'ensemble des stations de mesure de la darse sauf sur les stations SB1 et S5 où les concentrations sont un peu plus élevées en 2023. En 2010, un pic de concentration était observé au droit du rejet (station SB1), ainsi qu'au nord de celui-ci au niveau de la station SB4.

En 2023 les valeurs de la concentration en phosphore sont proches des valeurs de 2018 et de 2020, classant les stations dans un état « **moyen** », excepté pour S5, classée à un niveau « **médiocre** » et à un niveau « **mauvais** » des sédiments selon le RSL IFREMER (2008) pour Lag Asco.

L'échantillon analysé au niveau de la station SB Ref Sud dispose, comme depuis 2010, de la concentration la plus faible relevée dans la Darse avec **368 mg/kg de MS**. Cette valeur a légèrement augmenté depuis 2020 et correspond à un « **bon** » état.

La concentration en phosphore des sédiments de la lagune ASCOMETAL augmentait depuis 2012 et était en légère baisse en 2018. Sa valeur est en légère augmentation en 2023.

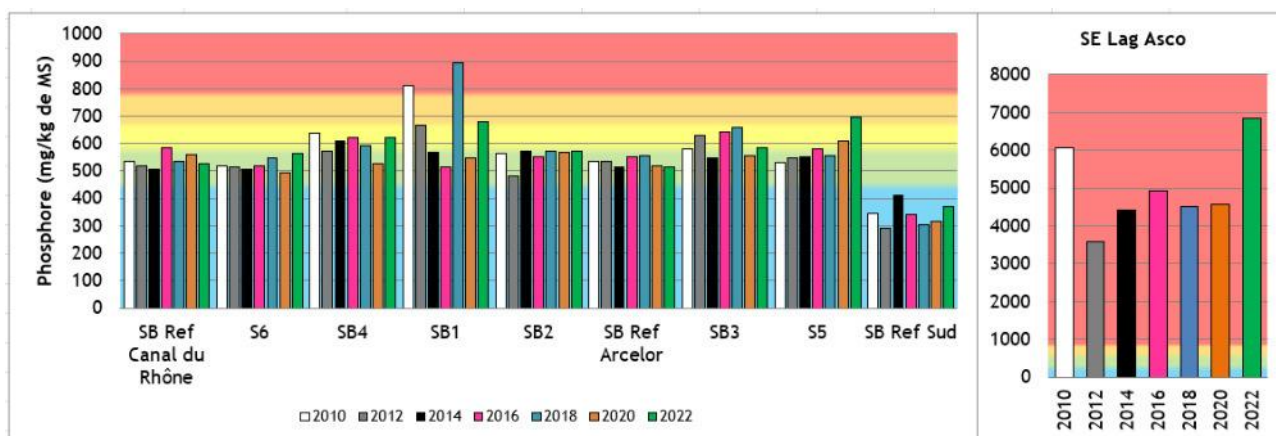


Figure 30. Concentration en phosphore total de 2010 à 2022 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)

3.2.2.6.2. Comparaison 2010 à 2022

En faisant abstraction de la lagune pour laquelle la concentration en phosphore est très élevée, il existe une meilleure corrélation de la concentration en phosphore des sédiments avec leur concentration en COT qu'avec leur concentration en fines. La courbe de tendance est proche de celle des autres années contrairement à celle de 2018 par exemple.

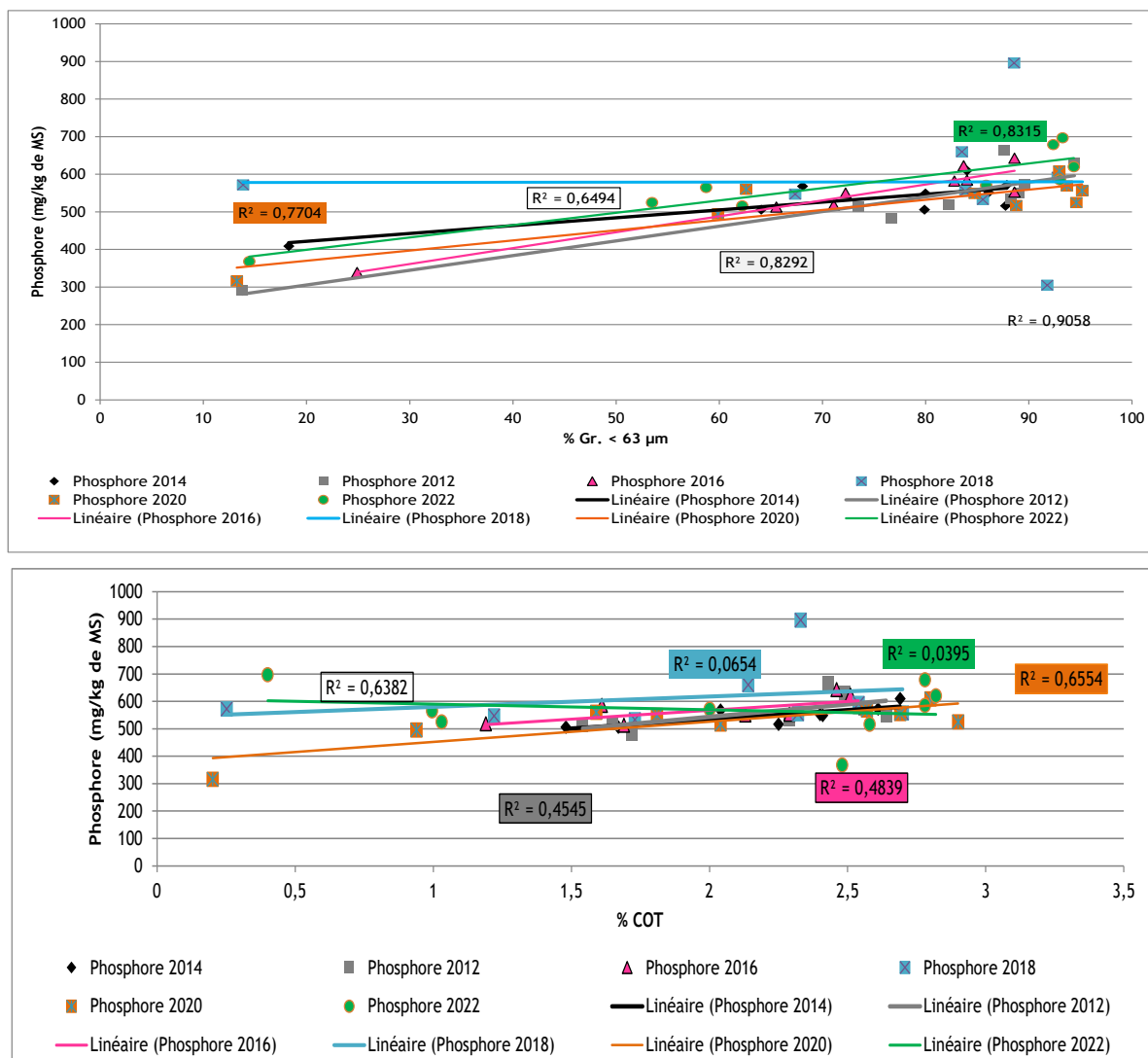


Figure 31. Relation entre les concentrations en phosphore entre 2012 et 2022, avec les concentrations en fines et en COT des sédiments

Selon Cato (1990), une relation quasi proportionnelle existante entre un métal et le carbone organique permet de déterminer l'évolution de la contamination d'un site selon la « méthode du gradient ».

La pente (ou coefficient directeur) de la courbe de régression linéaire entre les éléments est ainsi utilisée comme indice de contamination.

La figure précédente montre une pente de la courbe de régression du « suivi de 2022 » très similaire aux courbes de régression construite à partir des données des suivis de 2012 à 2016. Peu d'évolutions sont donc survenues au cours des 8 dernières années.

Les mesures mettent en évidence la présence de phosphore dans les sédiments à un niveau correspondant à un état de plutôt moyen à médiocre (une station) du milieu au niveau de la darse et mauvais eu sein de la lagune. Les concentrations sont globalement stables depuis 2010 à l'exception de l'année 2018 sur la station SB1 dont la concentration était assez élevée. Elles sont en légère augmentation et comparables aux valeurs de 2012 au droit du rejet en 2023.



3.2.2.7 Nitrate et Nitrite

La mesure des concentrations en nitrates et nitrites a été réalisée en 2023, 2020, 2018, 2016 et en 2012 sur le sédiment. En 2014, celles-ci ont été réalisées sur les eaux interstitielles des sédiments prélevés.

Les concentrations mesurées en 2023 sont, pour la majorité, inférieures aux limites de quantification (20 mg/kg de MS) sauf pour trois stations notamment celle de la Lagune qui présente une concentration de 76.3 mg/kg de MS. Les stations Arcelor et Ref Sud présentent des concentrations respectives de 28.5 et 22.8 mg/kg de MS.

Les concentrations en nitrates et nitrites sont trop faibles pour avoir un effet sur le milieu marin en 2023.

3.2.2.8 Cyanures

3.2.2.8.1. Suivi 2022-23

La mesure des concentrations en cyanures a été réalisée en 2023, 2020, 2018, 2016 et en 2012 sur le sédiment. En 2014, celle-ci a été réalisée sur les eaux interstitielles des sédiments prélevés.

Comme en 2012, 2016 et 2018 seule la lagune dispose d'une concentration supérieure au seuil de détection (<0,5 mg/kg de MS), mais est tout de même inférieure à **1,6 mg/kg de MS** alors que la valeur était de 2,8 mg/kg de MS en 2018 par exemple. Les mesures effectuées sur les stations de la darse sont toutes inférieures au seuil de détection.

Les concentrations en cyanures sont trop faibles pour avoir un effet sur le milieu marin en 2023.



3.2.2.10 Synthèse sur la concentration en composés organiques et nutritifs des sédiments

3.2.2.10.1. Indice de contamination organique

La pollution organique est évaluée selon trois paramètres : l'azote total, le phosphore total et le carbone organique total. Ils permettent le calcul d'un indice de contamination permettant de hiérarchiser la qualité du sédiment.

La lagune était la station qui présentait la contamination la plus importante jusqu'en 2014. En revanche, selon l'indice de contamination organique, sa contamination en 2016 en composés organiques et nutritifs était au même niveau que plusieurs stations de la Darse 1.

En 2018, les valeurs étaient assez proches de celle de 2016 sur l'ensemble de la Darse 1 bien qu'une augmentation sur les stations SB1 et SB2 était notable. La station de la Lagune montrait quant à elle une forte augmentation (contamination « très forte »). Cette valeur reste importante en 2023, la station présente un indice de 8 (contamination « forte »).

Pour le suivi 2022, tout comme celui de 2020, sur l'ensemble des stations, la contamination est dans l'ensemble d'un niveau « moyen » selon l'échelle de valeurs de l'indice et les valeurs sont plutôt stables par rapport à 2018 et 2020.

La station SB Ref Sud était suffisamment pauvre en composés organiques depuis 2010 pour que l'indice qui lui était attribué soit nul. En 2018 sa contamination avait un peu augmenté (indice « faible »). En 2023, tout comme en 2020, cet indice est de nouveau nul.

Paramètres	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	Référentiel
COT (% de MS)	1,03	0,995	2,82	2,78	3,83	2,48	2	2,58	2,78	0,4	Licari, 1998
	1	1	2	2	2	2	1	2	2	0	
Azote de Kjeldahl (mg/kg MS)	1100	1000	2000	1800	2500	1700	1500	2000	1800	0	RSL (Ifremer, 2008)
	1	1	2	2	3	2	2	2	2	0	
Phosphore (mg/kg MS)	525	565	620	679	6830	571	516	585	697	368	RSL (Ifremer, 2008)
	1	1	1	1	3	1	1	1	1	0	
ICO	3	3	5	5	8	5	4	5	5	0	Alzieu, 2003

Tableau 13 : Résultats des trois paramètres et calcul de l'indice de contamination organique

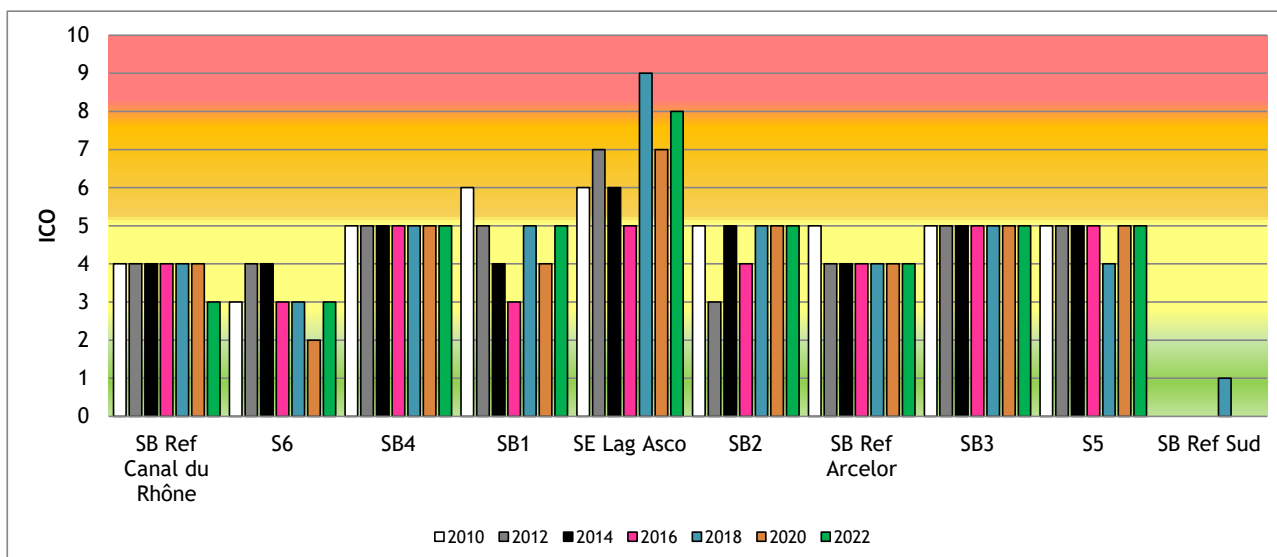


Figure 32. Indice de Contamination Organique de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

La contamination organique dans la darse est relativement stable depuis 2010. Elle est plus importante au niveau des stations de mesure SB1, SB2, SB3, SB4 et S5 situées en face et autour du rejet et au sud de celui-ci. Une légère augmentation est visible sur la station de la lagune ASCOMETAL entre 2020 et 2023, cependant la valeur du suivi annuel reste élevée.

La contamination générale de la darse en 2014 rendait difficile la discrimination des effets du rejet sur la concentration des composés organiques des sédiments prélevés au cours du suivi. L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la contamination des sédiments situés à sa proximité immédiate (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet de l'usine ASCOMETAL.

3.2.2.10.2. **Tableau de synthèse**

Les mesures des composés organiques et nutritifs sont synthétisées dans le tableau suivant.

Paramètres	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	Référentiel
Matière sèche (%)	63,4	71,1	47,8	56,3	13,8	48,3	53,2	49,2	49,1	70,4	-
Matières volatiles (%)	4,4	3,5	7,6	7,5	12,8	7,2	5,4	7,6	2,7	1,9	-
Matière organique (% de MS)	4,4	3,5	7,6	7,5	12,8	7,2	5,4	7,6	2,7	1,9	RSL (Ifremer, 2008)
COT (% de MS)	1,03	0,995	2,82	2,78	3,83	2,48	2	2,58	2,78	0,4	Licari, 1998
Azote de Kjeldahl (mg/kg MS)	1100	1000	2000	1800	2500	1700	1500	2000	1800	0	RSL (Ifremer, 2008)
Azote ammoniacal (mg N/l)	53,3	29,9	<30,0	156	271	32,4	37	49,3	36,5	36,1	-
Phosphore (mg/kg MS)	525	565	620	679	6830	571	516	585	697	368	RSL (Ifremer, 2008)
Cyanures totaux (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Nitrates (mg/l)	<20,0	<20,0	<21,8	<20,0	<76,3	<20,1	28,5	<20,6	<21,2	22,8	-
Nitrites (mg/l)	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	-
Fluorures (mg/kg MS)	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	-
ICO	3	3	5	5	8	5	4	5	5	0	Alzieu, 2003

Tableau 14. Synthèse des composés organiques et nutritifs des sédiments prélevés en 2023



3.2.3 Métaux traces

3.2.3.1 Valeurs de référence

Afin d'appliquer une démarche commune à d'autres sites (mais sans souci de comparaison), il est possible de se référer aux recommandations du guide méthodologique du RLM pour l'évaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment (IFREMER, 2002). Des seuils sont définis par ce guide et sont utilisés ici. Ils n'ont cependant pas été validés officiellement par les services de l'état.

" En l'absence d'une méthode de référence pour les milieux naturels, les travaux menés dans le cadre du RLM ont permis de définir trois états descriptifs de la qualité chimique des sédiments :

- *État 1 : il caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de la contamination chimique établis pour chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française. Le bruit de fond correspond à la valeur limite au-dessus de laquelle une contamination peut être suspectée dans un sédiment fin. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM ne recommande aucune mesure particulière autre que la surveillance régulière du site.*

- *État 2 : il caractérise des niveaux correspondant à des valeurs supérieures au bruit de fond de la contamination chimique et inférieures ou égales au seuil de contamination avérée. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM recommande une expertise complémentaire, pouvant aller jusqu'à une analyse des risques environnementaux.*

- *État 3 : il caractérise les niveaux supérieurs au seuil d'une contamination avérée pour lesquelles le RLM recommande de mettre en œuvre (> à l'état 2) :*

- *une analyse approfondie des risques environnementaux, y compris une identification et une quantification des apports,*
- *la définition de mesures propres à remédier à l'état de pollution.*

	Niveau de contamination en mg/kg de matière sèche		
Métaux traces	État 1	État 2	État 3
Cadmium (Cd)	<0,15	0,15 - 0,6	>0,6
Cuivre (Cu)	<15	15 - 60	>60
Mercure (Hg)	<0,05	0,05 - 0,4	>0,4
Plomb (Pb)	<25	25 - 50	>50
Zinc (Zn)	<90	90 - 200	>200

Tableau 15. États de référence pour les métaux traces applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)

3.2.3.2 Cadmium

Le cadmium n'existe pas à l'état natif. Son minerai, très rare, est un sulfure, la greenockite, mais on le rencontre dans presque tous les minerais de zinc et il est exploité industriellement comme un sous-produit de la métallurgie du zinc. Il est principalement utilisé pour la fabrication de batteries, le traitement de surface (cadmiage) des aciers (revêtement anticorrosion), les industries électriques et électroniques, et la production de pigments colorés destinés principalement aux matières plastiques. Dans l'environnement, les autres sources de cadmium sont la combustion du pétrole ainsi que l'utilisation de certains engrais chimiques où il est présent à l'état d'impureté.

3.2.3.2.1. Résultats 2022-23

L'abaissement des limites de quantification par le laboratoire d'analyse en 2014 a permis de mettre en évidence différentes concentrations en cadmium au niveau des stations de mesures de la darse 1. Cette évaluation n'avait pas été possible en 2012. En 2010, une concentration de 0,5 avait été mesurée au niveau de la station SB1 et la lagune présentait un taux extrême de cadmium.

Cadmium (mg/kg MS)							
Stations	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
SB Ref Canal du Rhône	< 0,40	< 0,40	0,14	0,14	0,16	0,13	0,1
S6	< 0,40	< 0,40	0,14	0,12	0,13	0,12	0,1
SB4	< 0,40	< 0,40	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15
SB1	0,5	< 0,40	0,24	0,28	0,28	0,26	0,21
SE Lag Asco	44,4	< 0,40	1,18	0,98	0,93	1,21	1,22
SB2	< 0,40	< 0,40	0,15	0,14	0,14	0,13	0,14
SB Ref Arcelor	< 0,40	< 0,40	0,14	0,16	0,13	0,13	0,12
SB3	< 0,40	< 0,40	0,15	0,17	0,14	0,13	0,15
S5	< 0,40	< 0,40	0,16	0,14	0,13	0,15	0,23
SB Ref Sud	< 0,40	< 0,40	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10

Tableau 16. Concentration en cadmium dans les sédiments de 2010 à 2022 (Safège, In Vivo, setec)

L'analyse 2018 montrait un taux élevé de cadmium dans les sédiments de la lagune, mais légèrement inférieur à celui de 2016. En 2020, cette valeur augmentait de nouveau (1,21 mg / kg de MS) et est comparable à 2014 et elle présente une valeur stable en 2023 de 1.22 mg / kg de MS.

L'ensemble des concentrations sur les autres stations sont très proches en s'étendant de 0,10 mg/kg à 0,23 mg/kg. Ces valeurs sont très proches de celles mesurées en 2016, 2018 et 2020.

La valeur la plus forte relevée dans la darse est mesurée au niveau de la station SB1 située en sortie de rejet, comme en 2016, 2018 et 2020 et en SB5. Cela permet d'émettre l'hypothèse d'une potentielle influence du rejet sur la concentration en cadmium des sédiments dans un périmètre proche de l'exutoire.

Concernant le cadmium, la valeur la plus élevée de la darse est mesurée en 2023, comme les suivis précédents, au droit du rejet. Cela peut permettre d'établir une relation entre la contamination de la lagune et les concentrations mesurées en 2014, 2016, 2018, 2020 et 2023 en SB1, à la sortie de l'exutoire.



3.2.3.3 Chrome

Le chrome est un des métaux les plus utilisés dans le monde (industrie chimique, métallurgie, technologie des réfractaires) et peut donc être rejeté en quantités significatives dans l'atmosphère et les milieux aquatiques. La majeure partie de chrome parvenant à la mer depuis le continent provient des fleuves, l'atmosphère constituant une source beaucoup moins importante. Sa toxicité dépend de sa forme chimique. Sa forme réduite (chrome III) fait partie des éléments essentiels dans la vie animale. Sa forme oxydée (chrome VI) est toxique, cancérigène à forte dose pour l'Homme, et elle provoque des anomalies dans le développement larvaire des bivalves.

3.2.3.3.1. Résultats 2022-23

Les concentrations en chrome mesurées dans la darse pour le suivi 2022 sont très proches des valeurs de 2020 sur l'ensemble des stations.

Comme pour les suivis précédents, la valeur la plus forte est mesurée en SB1 au droit du rejet (71.5 contre 76,3 mg/kg de MS en 2020). Une tendance décroissante était observée au niveau de ce point depuis 2010, mais la valeur de 2018 était la plus forte mesurée sur l'ensemble des suivis (179 mg/kg de MS). La valeur de 2023 se rapproche des valeurs de 2014, 2016 et de 2020.

La concentration mesurée en 2023 au niveau de la station SB Ref Sud est également comparable à la valeur de 2020.

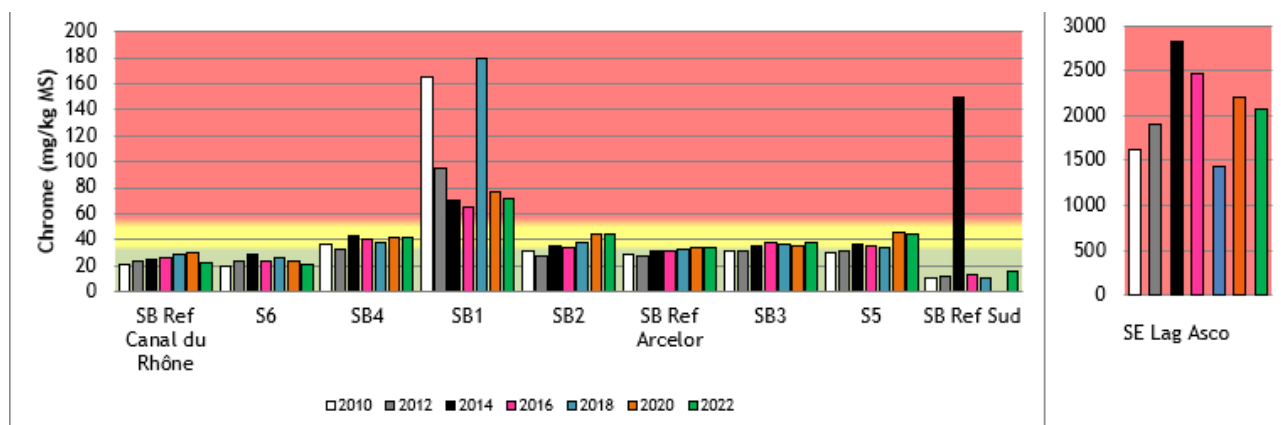


Figure 33. Concentration en chrome de 2010 à 2022 Données brutes (Safege, In Vivo, setec in vivo)

La concentration en chrome des sédiments de la lagune qui était en augmentation depuis 2010 montrait une nette diminution en 2018. Cette valeur était de nouveau en augmentation en 2020 et stable en 2023. Son niveau de contamination est, comme les autres années, très élevé.

3.2.3.3. Comparaison 2010 – 2022

Les données normalisées par la proportion de particules fines montrent une tendance similaire sur la plupart des stations. La station de la Lagune montre une valeur légèrement décroissante par rapport à 2020 une fois normalisée.

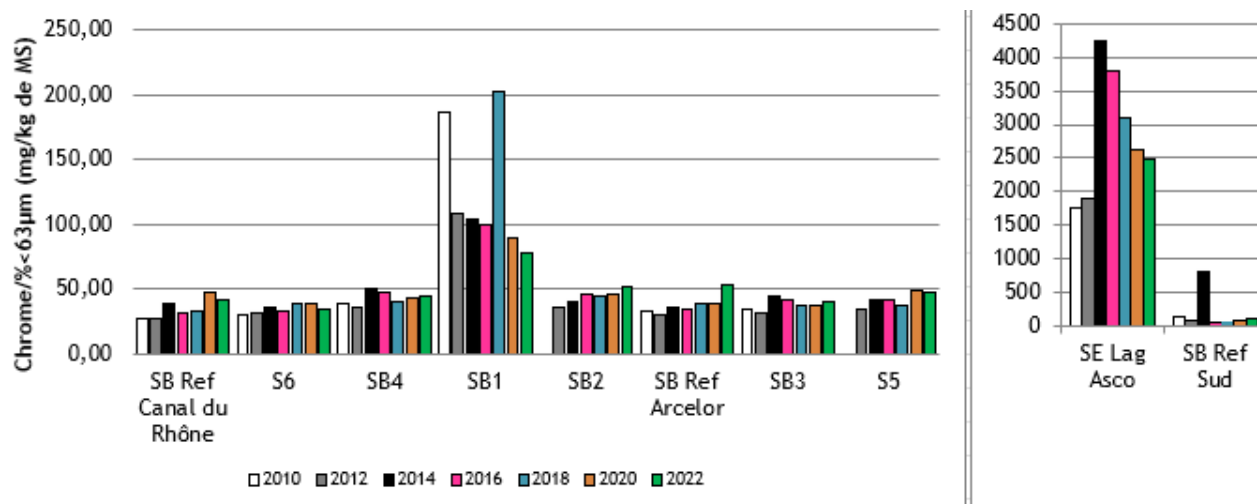


Figure 34. Concentrations normalisées en chrome entre 2010 à 2022 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

La contamination en chrome des sédiments de la darse est sensiblement équivalente entre le suivi de 2020 et celui de 2022. Elle tendait à diminuer au droit du rejet depuis 2010, mais en 2018 la station directement au droit du rejet présentait une forte concentration en chrome. Cette valeur a de nouveau légèrement diminué en 2023 et est comparable aux suivis antérieurs entre 2012, 2016 et 2020.

Dans la darse, les résultats montrent un impact significatif du rejet sur la contamination en Chrome limité à la station SB1, soit au droit du rejet.

Dans la lagune, les valeurs de contamination au chrome sont toujours très élevées.

La concentration relevée en 2023 correspond aux valeurs mesurées lors des années précédentes. L'augmentation de la concentration en chrome au point de référence du sud de la darse SB Ref Sud à un niveau très élevé en 2014 provenait probablement d'un effet « pépité » très localisé. Les valeurs depuis, sont toujours les plus basses du suivi.



3.2.3.4 Cuivre

L'emploi du cuivre est extrêmement diversifié, sa toxicité étant mise à profit dans les algicides et les peintures antisalissures des navires (surtout depuis le bannissement du tributylétain - TBT), dans le traitement des bois et dans les produits phytosanitaires. Le cuivre est le matériau de base de l'industrie électrique et de la construction et ses qualités mécaniques rendent possibles de nombreux procédés d'usinage. Par contre, il entre dans le métabolisme de nombreux mollusques, dont les moules. De fait, ces bivalves sont de très mauvais indicateurs pour le cuivre.

3.2.3.4.1. Résultats 2022-23

La concentration en cuivre est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **1410 mg/kg de MS**. Cette valeur est supérieure à celle mesurée en 2014 (613 mg/kg de MS) et celle de 2020 (890 mg/kg de MS), mais quasi équivalente à celles mesurées en 2016 (1550 mg/kg de MS) et 2018 (1140 mg/kg de MS). Elle est également inférieure à celle mesurée en 2010 (1750 mg/kg de MS).

Au niveau de la Darse 1, les concentrations sont toutes d'un niveau moyen selon les seuils fixés par le RLM (IFREMER, 2002). Comme lors des suivis précédents, la valeur maximale est atteinte au droit du rejet au niveau de la station SB1 avec **35,4 mg/kg de MS**. Cette contamination diminuait depuis 2010, mais se trouvait être en 2018 en augmentation. On note une nouvelle diminution en 2023 avec une valeur proche de 2014 et de 2020. On note également une augmentation sur la station S5 en 2023 avec **36.3 mg/kg de MS**.

La concentration en cuivre est inférieure au seuil de détection (<5 mg/kg de MS) au niveau de la station de référence SB Ref Sud.

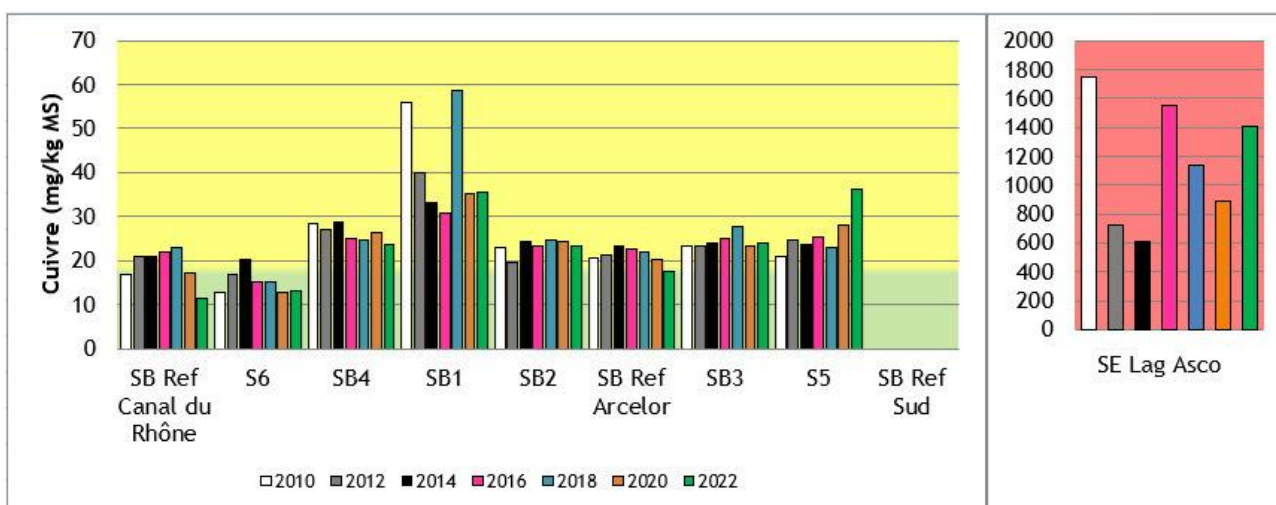


Figure 35. Concentration en cuivre de 2010 à 2022 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)

Les données normalisées par la fraction de particules fines montrent quasiment les mêmes effets que les résultats bruts. La contamination des particules fines par le cuivre est importante en station SB1 au droit du rejet, sur S5 et sur la station SE Lag Asco.

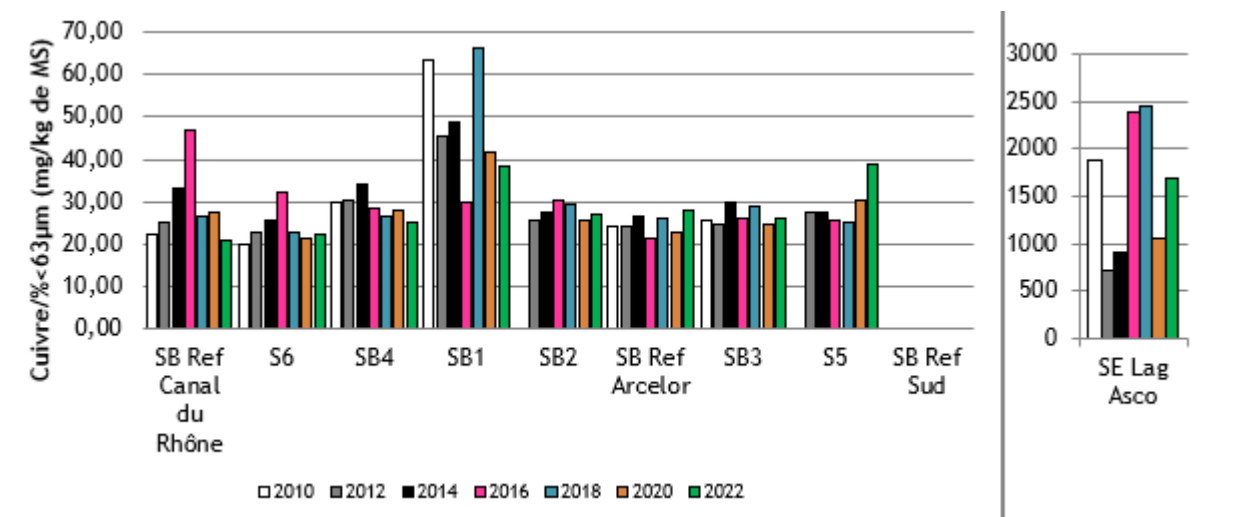


Figure 36. Concentrations normalisées en cuivre de 2010 à 2022 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

L'influence du rejet qui était marquée entre 2010 et 2014 était de nouveau bien visible en 2018 et 2020. La valeur de contamination du suivi 2022 confirme de nouveau cette observation.

L'influence du canal du Rhône sur la contamination en cuivre des sédiments de la Darse semble au contraire moins marquée en 2018, 2020 et 2022 qu'en 2016.

La concentration en cuivre des sédiments est importante au droit du rejet (station SB1) et en S5 légèrement plus au sud.

Bien que le rejet contribue à la contamination de la zone proche de l'exutoire, les données indiquent une possible existence d'une source de contamination en cuivre au sein de la darse.



3.2.3.5 Plomb

Le plomb est rarement disponible à l'état natif. Il est présent dans de nombreux minerais, notamment le galène. Depuis l'abandon de l'usage du plomb-tétraéthyle comme antidétonant dans les essences, les usages principaux de ce métal restent la fabrication d'accumulateur et l'industrie chimique. Son cycle atmosphérique est très important et constitue une source majeure d'apport à l'environnement.

3.2.3.5.1. Résultats 2022-23

La concentration en plomb est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **2010 mg/kg de MS** pour le suivi 2022. Cette valeur est supérieure à celle relevée en 2020 (**1200 mg/kg de MS**) et quasiment équivalente à 2016 (**2320 mg/kg de MS**), mais bien supérieure à celle de 2014 (**454 mg/kg de MS**).

Au niveau de la Darse 1, la valeur maximale est atteinte au droit du rejet au niveau de la station SB1 avec **49.90 mg/kg de MS**. Cette contamination, qualifiée de « forte », était en baisse en 2016 (**48,8 mg/kg de MS**) par rapport à 2014 et était en très forte augmentation en 2018 et 2020 (**72,5 et 65.70 mg/kg de MS.**). On note une diminution sur le suivi de 2023.

Les concentrations sur les autres stations de la darse sont d'un niveau moyen selon les seuils fixés par le RLM (IFREMER, 2002). Les concentrations en plomb des sédiments prélevés sur la plupart des stations sont dans le même ordre de grandeur des valeurs mesurées en 2016, 2018 et 2020. On note une augmentation sur les stations S6 et S5.

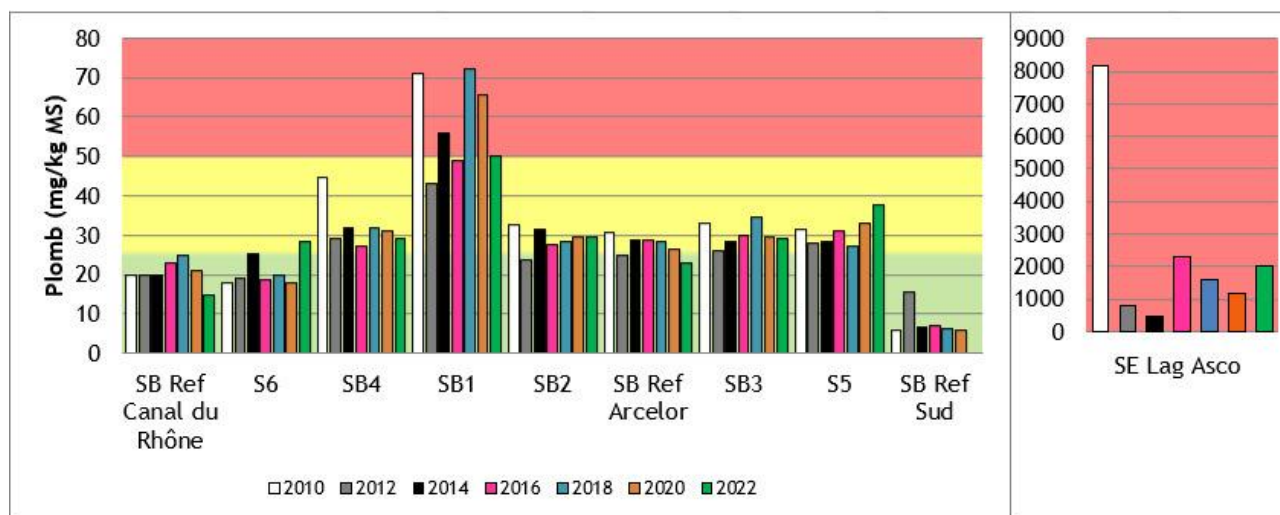


Figure 37. Concentration en plomb entre 2010 et 2022 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)

La concentration très élevée en plomb des sédiments de la lagune semble se répercuter sur le milieu marin au droit du rejet (station SB1). Cette contamination était en très forte augmentation en 2018 par rapport à son niveau de 2016. Elle restait très élevée en 2020 bien que légèrement en baisse. La concentration diminue de nouveau sur le suivi de 2022. La contamination en plomb est globalement équivalente sur l'ensemble des stations de la darse exception faite de la station SB Ref Sud dont la part

de fines est moins importante. La contamination correspond à l'état 2 ou à l'état 1 du RLM pour la plupart des stations de la darse. Les stations SB1 et SE Lag Asco sont quant à elles, à un état 3 de niveau de contamination.

La figure suivante présente les teneurs en plomb des sédiments normalisées par leur proportion de particules fines. Ces valeurs permettent d'évaluer les variations pouvant exister d'un suivi à l'autre.

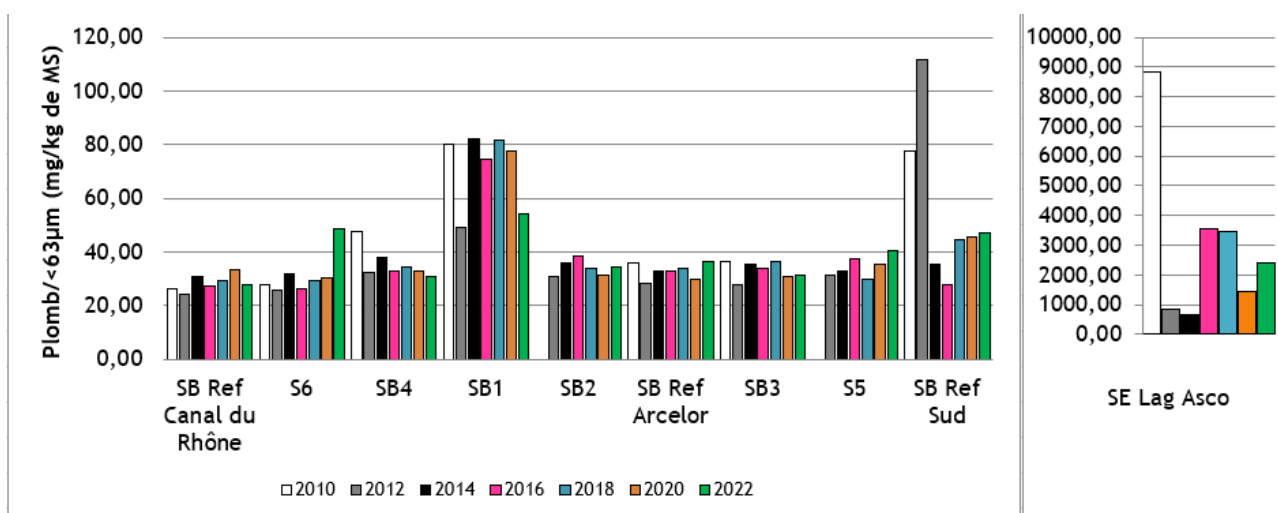


Figure 38. Concentration en plomb de 2010 à 2022 - Données normalisées (Safege, In Vivo, setec)

La concentration en plomb normalisée par la proportion de fines des échantillons montre des valeurs assez constantes de la teneur en plomb des sédiments prélevés au niveau de la station de SB1 entre 2014 et 2023.

La contamination des particules fines par le plomb est stable sur la plupart des stations de la darse par rapport 2020 (légères variations d'augmentations et de diminutions). La station SB Ref Sud qui avait vu sa contamination augmenter en 2018 et 2020 par rapport aux valeurs de 2016, présente une valeur équivalente en 2023, qui est loin des résultats obtenus en 2010 et 2012. On note une augmentation certaine sur la station S6.

La contamination de la lagune en plomb avait augmenté en 2016 et les données de 2018 étaient quasiment équivalentes. Le suivi 2020 présentait une forte diminution si la corrélation avec les particules fines est prise en compte. Le suivi 2022 présente une légère augmentation par rapport à 2020.

La station Ref Sud présente finalement une contamination assez importante si on lie celle-ci à la proportion de particules fines.

L'impact du rejet sur la contamination en plomb des sédiments est significatif au droit du rejet (station SB1). Cet impact a diminué par rapport à 2020. La contamination en plomb mesurée au niveau des autres stations de la darse est stable et évolue légèrement entre les différents suivis (augmentation en station S6). Celle de la station de la lagune est en légère augmentation.



3.2.3.6 Zinc

Le zinc est un métal, moyennement réactif, qui se combine avec l'oxygène et d'autres non-métaux, et qui réagit avec des acides dilués en dégageant de l'hydrogène. Exposé à l'air, il forme une mince couche d'oxyde imperméable, parfois appelée rouille blanche. La production de zinc à partir de minerai (blende) est effectuée dans deux filières technologiques distinctes, la pyrométallurgie et l'hydrométallurgie suivie d'une électrolyse. La principale utilisation du zinc est la galvanisation des aciers. Il est aussi utilisé en agriculture, comme apport d'oligo-élément, essentiellement en zone de sols fortement calcaires. Le zinc a également des usages voisins de ceux du cadmium auxquels s'ajoutent les peintures antirouille et l'industrie pharmaceutique. Il est peu toxique pour l'Homme, mais peut perturber la croissance des larves d'huîtres. Les sources de zinc dans les milieux aquatiques peuvent être industrielles et domestiques, mais également agricoles (présence significative dans certains engrais phosphatés).

3.2.3.6.1. Résultats 2023

La concentration en zinc est très élevée au niveau de la lagune où elle atteint **10300 mg/kg de MS**. Cette valeur avait fortement baissé en 2012 et 2014, mais avait fortement augmenté en 2016 (14200 mg/kg de MS), pour rediminuer en 2018 et 2020 (9120 et 5970 mg/kg de MS). Le suivi 2022 montre de nouveau une forte augmentation.

Comme depuis 2010, la valeur maximale est atteinte dans la darse au droit du rejet au niveau de la station SB1. La concentration en zinc atteint au niveau de ce point est de **171 mg/kg de MS**. Elle était de 214 mg/kg de MS en 2020, 497 mg/kg de MS en 2018 et de 192 mg/kg de MS en 2016. Elle a donc presque rediminué de près de deux tiers depuis le suivi de 2018 et de nouveau légèrement diminué depuis 2020. Selon les seuils établis par le RLM (IFREMER), le niveau de contamination de cette station est au niveau le moyen de contamination pour le zinc (état 2).

Les concentrations mesurées en 2023 dans les autres stations de la darse sont du même ordre de grandeur qu'en 2014, 2016, 2018 et 2020 hormis pour la station S5 qui présente une augmentation (134 mg/kg de MS).

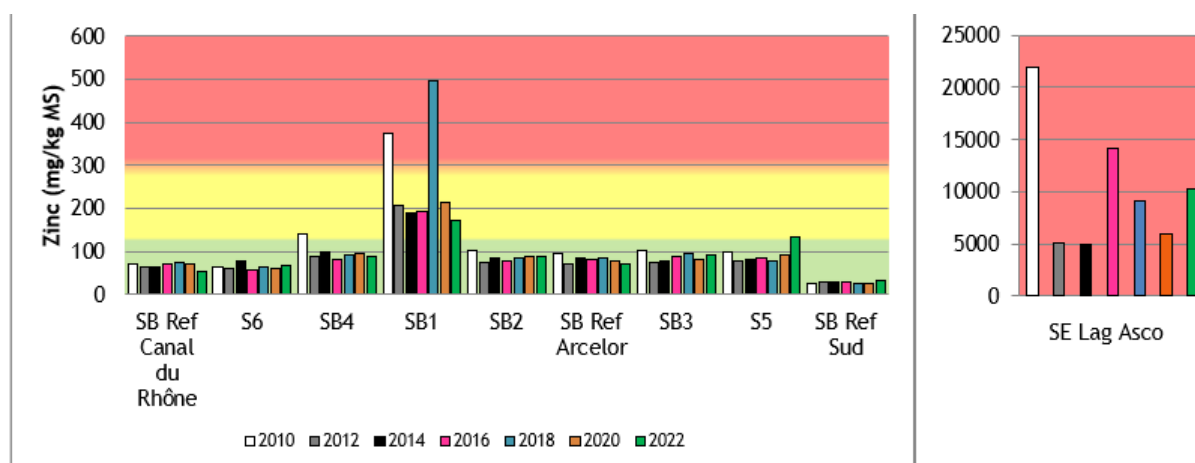


Figure 39. Concentration en zinc de 2010 à 2022 - Données brutes (Safege, In Vivo, setec)

Comme lors des précédents suivis, la contamination en zinc dans la zone d'étude est localisée au niveau de la station SB1 située au droit du rejet et au sein de la lagune, avec pour ce suivi une contamination en S5. La contamination de la darse en zinc est stable depuis 2010, mais est encore visible dans les sédiments en 2023.

Les données normalisées des concentrations en zinc sont illustrées ci-dessous et permettent de faire abstraction de l'effet de dilution des sables sur la contamination des échantillons.

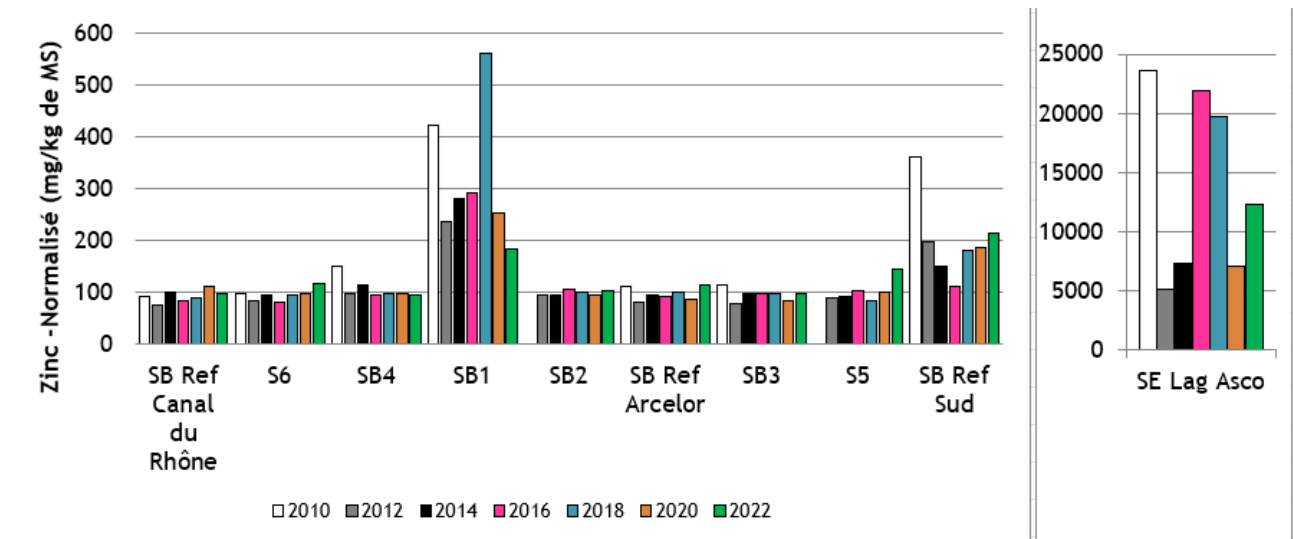


Figure 40. Concentration en zinc entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en zinc normalisée par la proportion de fines des échantillons montre une contamination équivalente sur l'ensemble des stations de la darse, exception faite de la station SB1 située à la sortie du rejet. Une très grande baisse y est mesurée depuis le suivi 2018. On note une augmentation sur S5.

La concentration en zinc diminuait au niveau de la station SB Ref Sud depuis 2010, mais une augmentation est visible depuis le suivi 2016. Une diminution était au contraire mesurée dans la lagune en 2020 alors qu'on note une ré-augmentation au suivi 2022.

L'impact du rejet sur la contamination en zinc des sédiments est significatif au droit du rejet (station SB1). Cet impact augmentait régulièrement depuis 2012, présentait un très gros pic en 2018 pour rediminuer en 2020 et en 2023.



3.2.3.7 Nickel

Le nickel entre dans la fabrication d'acier inoxydable, comme catalyseur dans l'industrie chimique et dans certains pigments. Cependant, l'introduction du nickel d'origine anthropique dans les milieux aquatiques provient principalement des eaux usées domestiques et des boues de station d'épuration. L'utilisation des combustibles fossiles, la production de métaux non-ferreux, l'activité volcanique et l'érosion éolienne constituent l'essentiel des flux vers l'atmosphère.

3.2.3.7.1. Résultats 2022-23

La concentration en nickel est très élevée au niveau de la lagune. Elle atteint **322 mg/kg de MS**. Cette valeur est supérieure à la valeur de 2018 et 2020 (214 et 267 mg/kg de MS). Et quasi équivalente à celle relevée en 2014 (382 mg/kg de MS) et est plus élevée que son niveau de 2010 (258 mg/kg de MS).

Au niveau de la Darse 1, les valeurs mesurées sont très proches les unes des autres sur l'ensemble des stations mis à part pour la station SB1 située au droit du rejet qui présente une concentration plus élevée (34.3 mg/kg de MS). Une tendance à une légère augmentation des concentrations est visible sur presque toutes les stations entre 2020 et 2023 notamment sur la station S5.

L'impact du rejet sur la contamination en nickel des sédiments semble être significatif pour le suivi 2022 au regard des analyses effectuées sur les sédiments, au même niveau que l'année 2018.

Comme lors des suivis précédents, la station de référence SB Ref Sud est la station pour laquelle les sédiments disposent de la plus faible concentration en nickel.

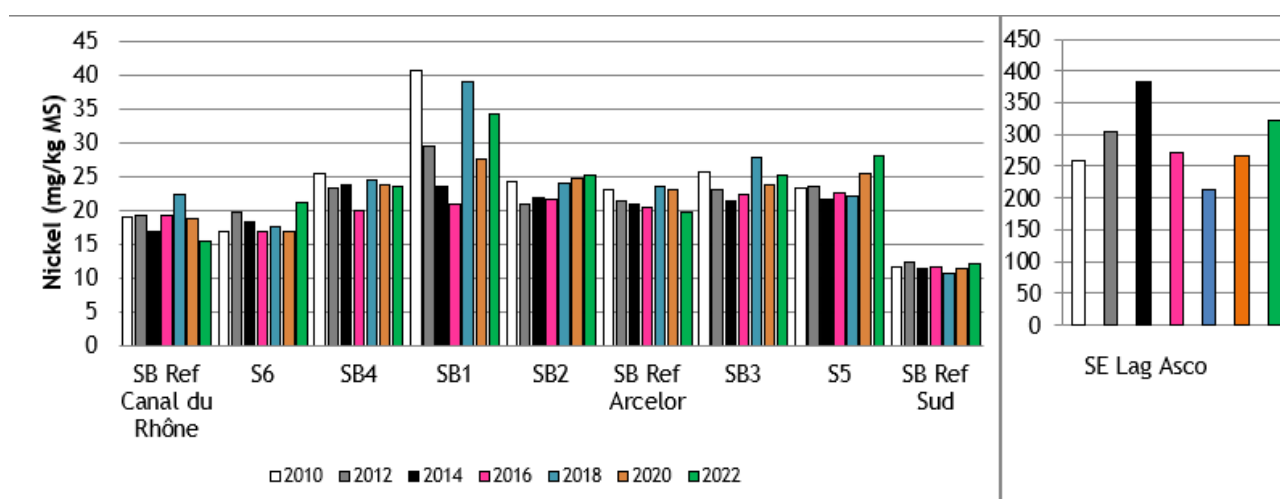


Figure 41. Concentration en nickel de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes

Les données normalisées des concentrations en nickel sont illustrées ci-après et permettent de faire abstraction de l'effet de dilution des sables sur la contamination des échantillons.

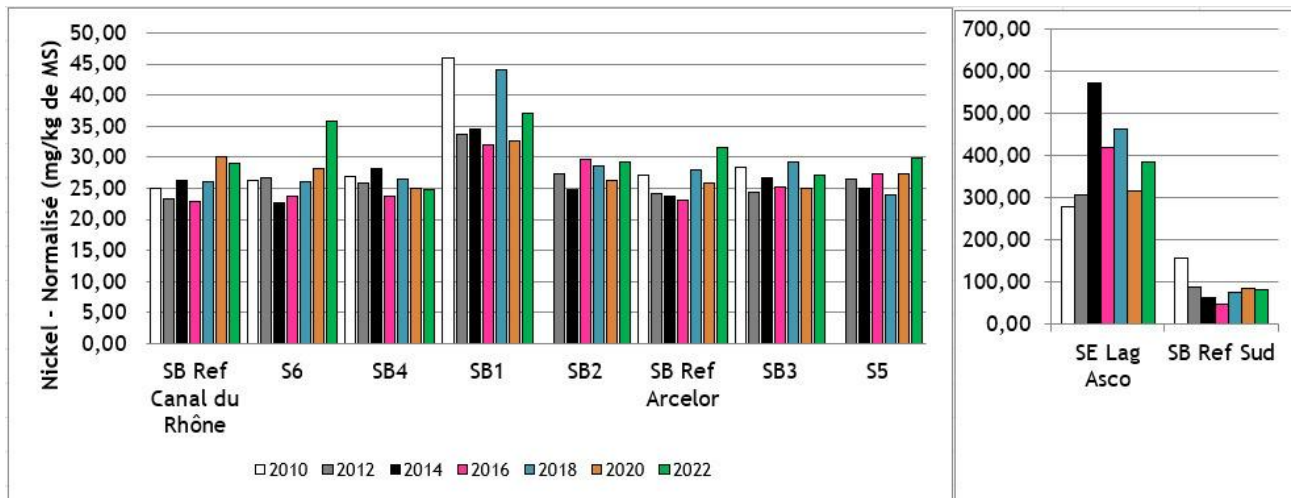


Figure 42. Concentrations en nickel entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en nickel normalisée par la proportion de particules fines montre que la contamination des sédiments prélevés au niveau des stations de la darse a tendance à augmenter sur toutes les stations ou presque, notamment sur les stations SB4, SB1et SB Ref Arcelor.

La contamination de la lagune en nickel a légèrement augmenté entre 2020 et 2023.

L'impact du rejet sur la contamination en nickel des sédiments est plus important au droit du rejet (station SB1) et sur la station SB Ref Sud et pour le suivi 2022 sur la station S6. Cet impact au droit du rejet est sensiblement équivalent aux suivis précédents.



3.2.3.8 Mercure

Seul métal volatil, le mercure, naturel ou anthropique, peut être transporté en grandes quantités par l'atmosphère. Les sources naturelles en sont le dégazage de l'écorce terrestre, les feux de forêt, le volcanisme et le lessivage des sols. Sa très forte toxicité fait qu'il est soumis à de nombreuses réglementations d'utilisation et de rejet. Il est le plus toxique des métaux traces, et plus particulièrement ses formes organiques. Les sources anthropiques sont constituées par les processus de combustion (charbon, pétrole, ordures ménagères, etc.), de la fabrication de la soude et du chlore ainsi que l'orpaillage. Le mercure est également employé en agriculture (fongicide), pour le traitement du bois, en tant qu'explosif d'amorçage, dans les peintures, piles ou batteries, plastiques et caoutchoucs. La méthylation du mercure est effective dans les sédiments sous l'action des microorganismes et, dans la colonne d'eau, en présence de phytoplancton.

3.2.3.8.1. Résultats 2022-23

En 2016, et pour la première fois depuis 2010, plusieurs stations présentaient des concentrations en mercure supérieures aux limites de quantification (0,10 mg/kg de MS). Cette limite est située au niveau du seuil de contamination « moyen » selon les RLM (IFREMER). En 2018, des stations présentaient de nouveau des résultats au-dessus de ce seuil. En 2020, les valeurs varient entre la valeur seuil de 0,10 mg/kg de MS à 0,15 mg/kg de MS. Pour le suivi 2022, les valeurs varient entre la valeur seuil de 0,10 mg/kg de MS à 0,18 mg/kg de MS (station SB2).

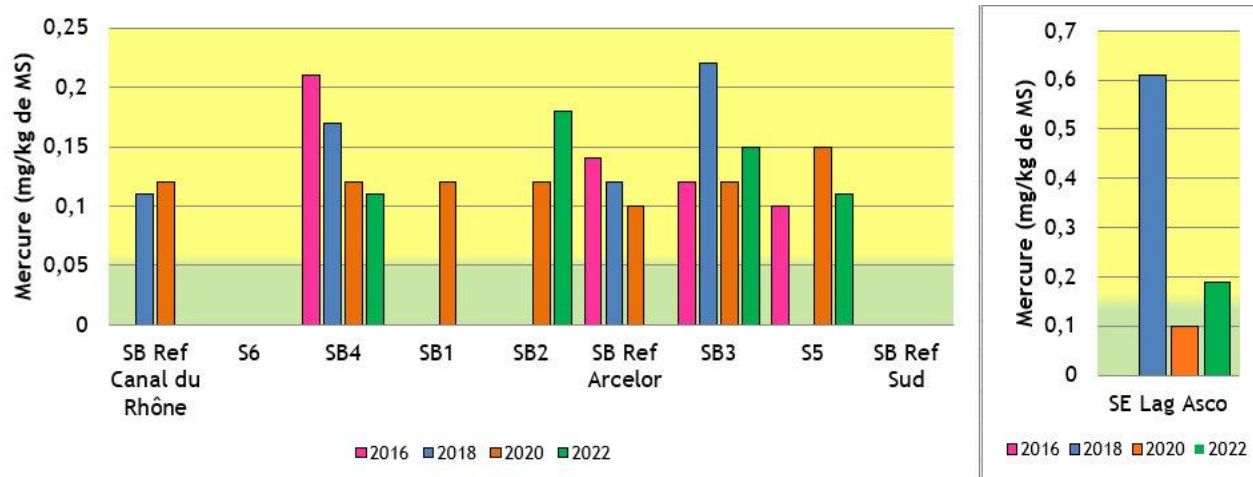


Figure 43. Concentration en mercure entre 2016 et 2022 - données brutes

La valeur la plus élevée est mesurée au niveau de la station SB2, avec **0,18 mg/kg de MS**. Les autres stations pour lesquelles des concentrations ont été mesurées sont les stations SB4, SB2, S5.

Les autres stations ne présentent pas de contamination en mercure, ou cette contamination est inférieure à 0,1 mg/kg de MS.



Les mesures effectuées en 2012 étaient également inférieures à la limite de quantification à l'exception des prélèvements effectués au niveau de la lagune ASCOMETAL. La concentration en mercure de la lagune a diminué entre 2018 et 2020 (0,1 mg/kg de MS) et augmenté entre 2020 et 2023 (0.19 mg/kg de MS). Elle était de 0,26 mg/kg de MS en 2012, était en dessous de la limite de quantification en 2016, de 0,61 mg/kg de MS en 2018.

Bien que des concentrations en mercure aient été mesurées en 2023, l'impact du rejet sur la contamination des sédiments de la darse est difficilement discriminable à travers les résultats des analyses. Les données montrent des niveaux de contamination pour des stations éloignées du rejet, mais également pour la station située dans la lagune.



3.2.3.9 Aluminium

L'aluminium est un élément abondant dans la croûte terrestre, mais il se trouve rarement sous sa forme pure. Il est principalement extrait d'un minerai appelé bauxite où il est présent sous forme d'oxyde hydraté dont on extrait l'alumine (Al_2O_3). L'aluminium est employé dans beaucoup d'industrie pour faire de nombreux produits différents. Les composants structuraux faits à partir d'aluminium sont essentiels à l'industrie aéronautique et sont très importants dans d'autres secteurs du transport et de la construction notamment maritimes.

3.2.3.9.1. Résultats 2022-23

La comparaison entre les valeurs peut être réalisée directement à partir des données brutes. En 2023, les concentrations en aluminium des sédiments de la Darse 1 sont assez hétérogènes, mais globalement supérieures ou équivalentes aux valeurs mesurées en 2020. Ces fortes concentrations restent bien visibles au droit du rejet (SB1, SB2), au sud et au nord du rejet (SB3, S5 ; SB4) et au niveau des stations de références situées dans le canal du Rhône. On note également une forte hausse au sein de la lagune (près du triple) pour le suivi 2022 par rapport à celui de 2020.

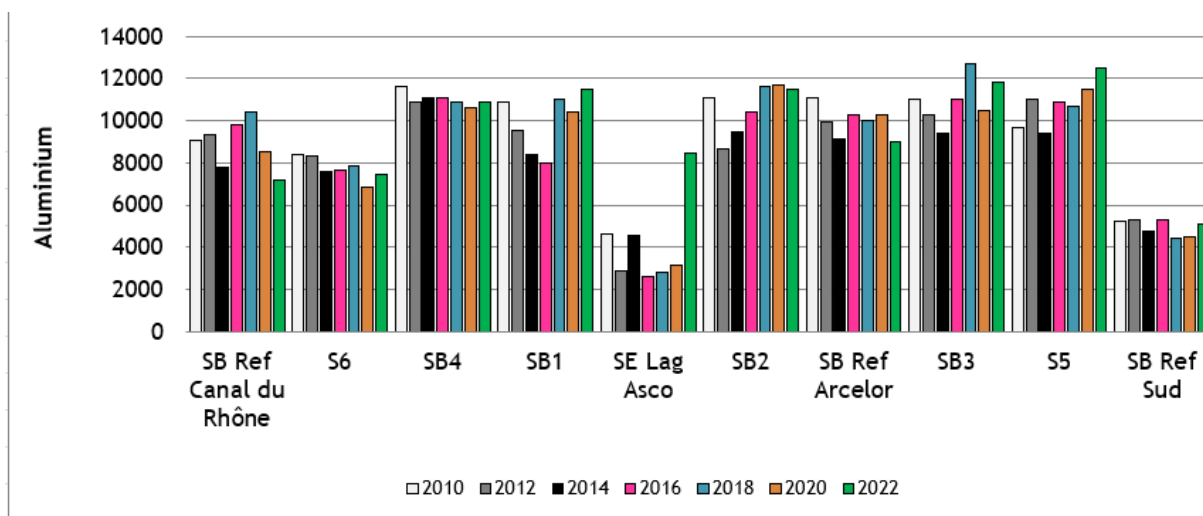


Figure 44. Concentration en aluminium entre 2010 et 2022 - Données brutes

Les niveaux de concentration en aluminium sont bien corrélés à la proportion de fines en milieu marin.

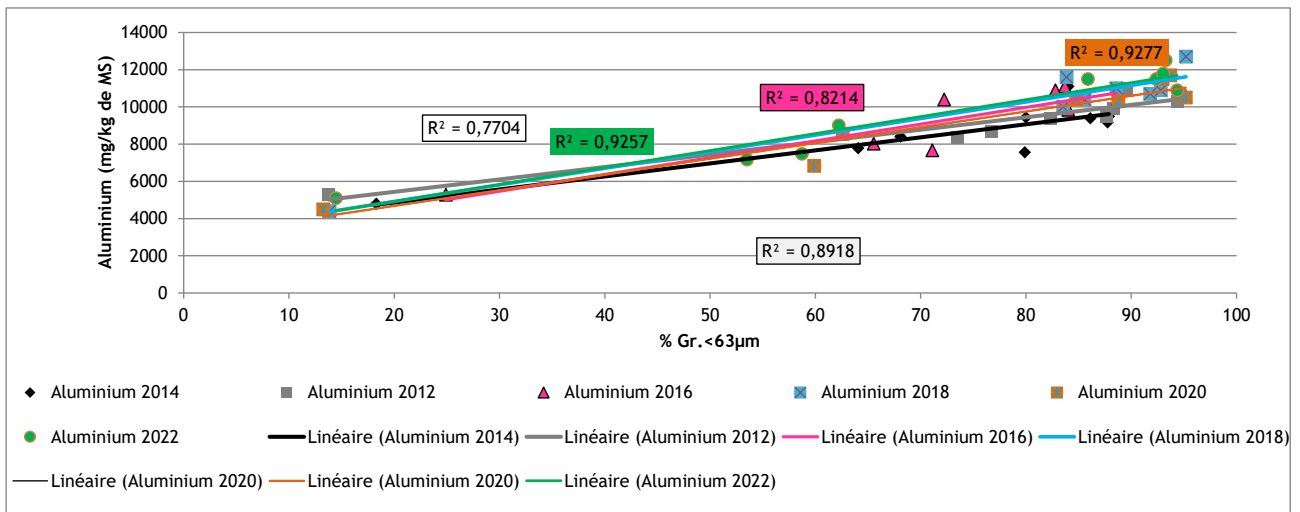


Figure 45. Relation entre les concentrations en aluminium avec les concentrations en fines des stations de mesure de la darse 1 de 2012 à 2022

Début 2023, les valeurs des concentrations en aluminium sont en légère augmentation sur la station SB1 et sont comparables aux valeurs des suivis antérieurs.

L'impact sur la concentration en aluminium à la sortie du rejet (SB1) diminuait depuis 2010, mais est en forte hausse entre le suivi de 2016 et celui de 2022. Les niveaux de contamination sont en légère hausse sur presque toutes les stations de la darse en 2023 ainsi qu'au sein de la lagune. Ces niveaux de concentration indiquent l'influence d'autres sources d'apports en aluminium. Le rejet a probablement un impact sur la contamination en aluminium au droit du rejet en 2023.



3.2.3.10 Étain

D'abondance moyenne dans la croûte terrestre, l'étain et ses composés organiques ne sont considérés comme un polluant du milieu marin que depuis le début des années 80, en raison de l'utilisation du TBT comme matière active dans certaines peintures antisalissure.

3.2.3.10.1. Résultats 2022-23

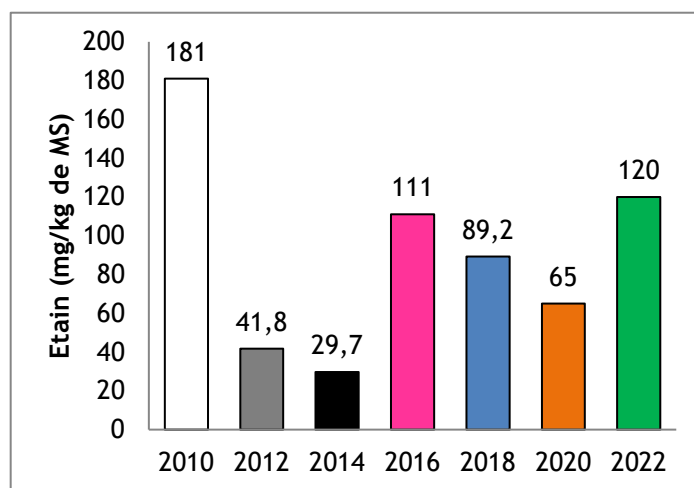


Figure 46. Évolution de la concentration en étain des sédiments de la lagune entre 2010 et 2022 (Safege, In Vivo, setec)

En 2023 comme lors des suivis précédents, la concentration en étain des sédiments de la darse 1 n'a pas atteint la limite de quantification de 5 mg/kg de MS sauf sur une seule station SB1 qui présente une concentration de 6.1 mg/kg de MS.

La concentration en étain des sédiments de la lagune qui était en nette diminution depuis 2010 avait augmenté fortement en 2016 pour atteindre 111 mg/kg de MS. En 2018, la concentration était de 89 mg/kg de MS. En 2020, cette valeur avait encore baissé (65 mg/kg de MS) cependant la concentration mesurée en 2023 a bien augmenté pour atteindre 120 mg/kg de MS.

La concentration en étain au niveau de la lagune avait fortement augmenté entre 2014 et 2016 alors qu'elle diminuait depuis 2010. La valeur en 2018 était encore élevée. En 2020, on observait encore une nette diminution. Cependant on note une très nette augmentation sur le suivi 2022. Depuis 2010, la concentration en étain des sédiments de la darse n'a pas dépassé 5 mg/kg hormis sur la station SB1 en 2023, au droit du rejet où la valeur atteint 6,1 mg/kg de MS. L'analyse COFRAC ne permet pas de fournir des résultats inférieurs à cette valeur.

3.2.3.11 Fer

Le fer est largement utilisé sous forme d'acier dans la construction métallique.

3.2.3.11.1. Résultats 2022-23

La concentration en fer des sédiments de la lagune est très élevée et atteint **224 000 mg/kg de MS**, soit un peu moins qu'en 2020 (273 mg/kg de MS). Elle a augmenté depuis le suivi de 2018, mais est quasi-équivalente aux données de 2010, 2012 et de 2016.

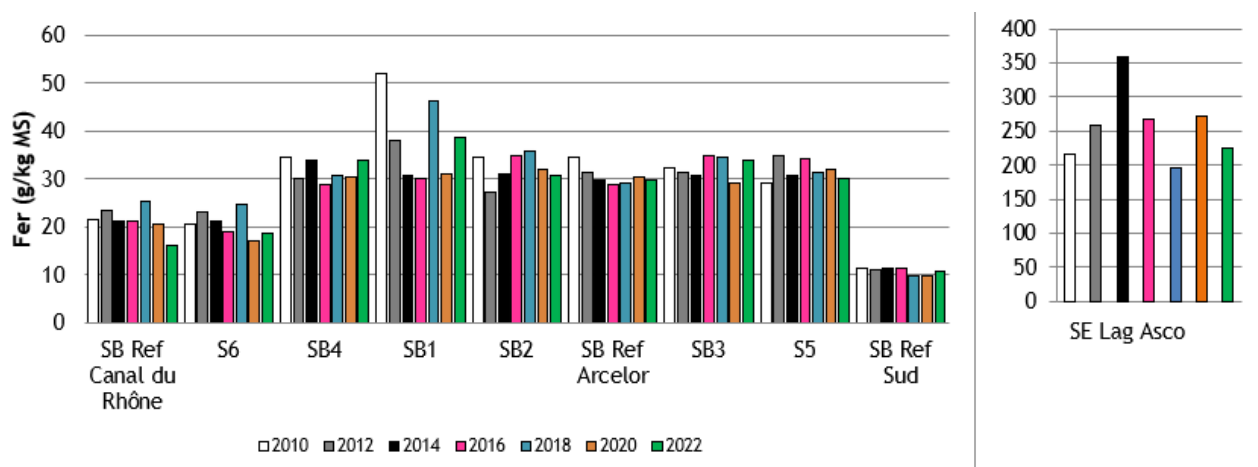


Figure 47. Concentration en fer de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes

La station SB Ref Sud présente la concentration en fer la plus basse parmi les stations de la darse. Celle-ci n'a pas évolué depuis 2010.

Les valeurs mesurées sur les stations SB4, SB1, SB2, SB Ref Arcelor, SB3 et S5 sont du même ordre et proches des tendances des précédents suivis. On note une augmentation de concentration en fer sur la station SB1 située au droit du rejet mais sans atteindre les valeurs de 2018 où cette valeur présentait un pic.

Les stations situées le plus au nord de la zone d'étude (S6 et SB Ref Canal du Rhône) et SB Ref Sud, situées à l'extrême sud de celle-ci présentent toujours des niveaux de concentration en fer moins élevés, et ce, pour tous les suivis.

La zone proche du rejet est, en 2023, plus contaminée en fer que les zones éloignées de celui-ci.



La figure ci-dessous présente les données normalisées des concentrations en fer par leurs proportions de particules fines. Cette normalisation permet de s'affranchir des effets de dilution de la contamination dus à la granulométrie.

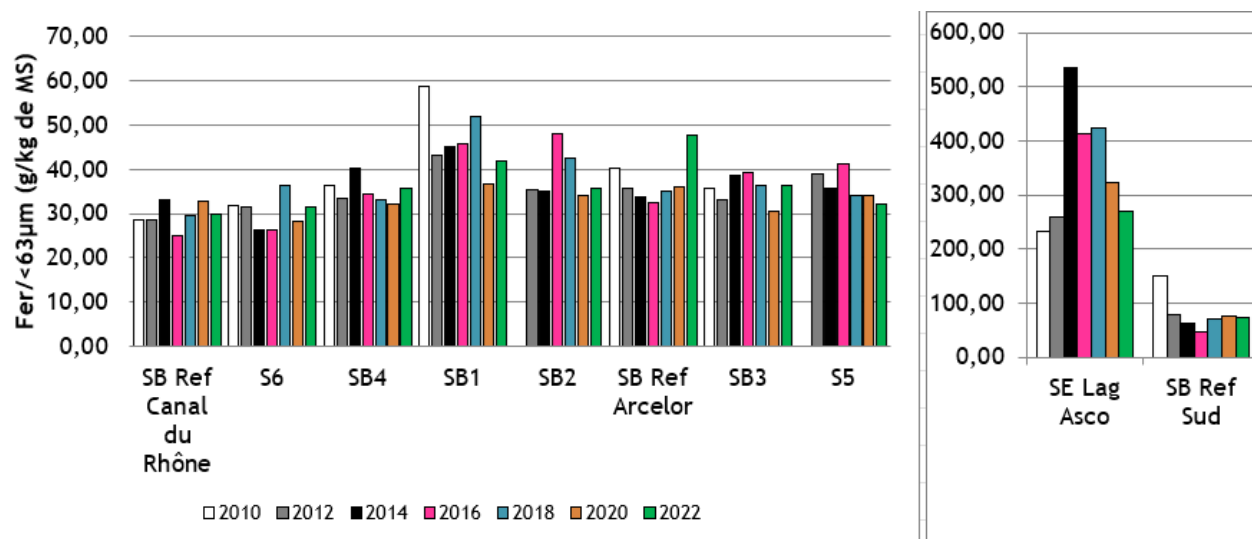


Figure 48. Concentration en fer en 2010 (Safege), 2012 à 2022 (In Vivo, setec in vivo) - Données normalisées

La concentration en fer normalisée montre des évolutions assez différentes entre le suivi de 2020 et celui de 2022 selon les stations considérées. Elles sont globalement en augmentation plutôt faible pour la majorité des stations, les niveaux de contamination n'ont pas fortement évolué sauf sur la station SB Ref Arcelor où l'augmentation est significative. Cette augmentation signifie qu'indépendamment de la proportion de vase, les sédiments prélevés au niveau de cette station ont vu leur contamination augmenter entre 2020 et 2023.

La contamination de la lagune diminue depuis 2014, (en 2018, la valeur était similaire à 2016), mais reste en 2023 à un niveau considérable.

La normalisation de la contamination met en évidence un maintien de la contamination en fer au droit du rejet (SB1, SB2) en 2023 mais aussi de façon significative sur la station de référence SB Ref Arcelor. La darse présente cependant un niveau de contamination important sur l'ensemble des stations.

L'impact du rejet sur la contamination en fer des sédiments n'est pas significatif au droit du rejet en 2020. La contamination avait beaucoup augmenté entre 2016 et 2018 au droit du rejet (SB1) et plus légèrement sur plusieurs stations de prélèvement de la darse. Le suivi 2022 montre une légère augmentation de la contamination en fer potentiellement liée au rejet. A noter que les concentrations ont augmenté près de la station de référence SB Ref Arcelor.

3.2.3.12 Manganèse

Le manganèse est un oligo-élément nécessaire à l'Homme, mais qui devient toxique en trop fortes quantités absorbées. Les sources anthropiques principales d'introduction du manganèse dans l'environnement sont issues de la préparation d'alliage comme l'acier, l'aluminium, le bronze, etc. Le manganèse et ses dérivés sont fortement retenus dans les sols.

3.2.3.12.1. Résultats 2022-23

En 2023, la concentration en manganèse des sédiments de la lagune a légèrement augmenté (**7820 mg/kg de MS**) par rapport à la forte concentration trouvée en 2020 (**6170 mg/kg de MS**).

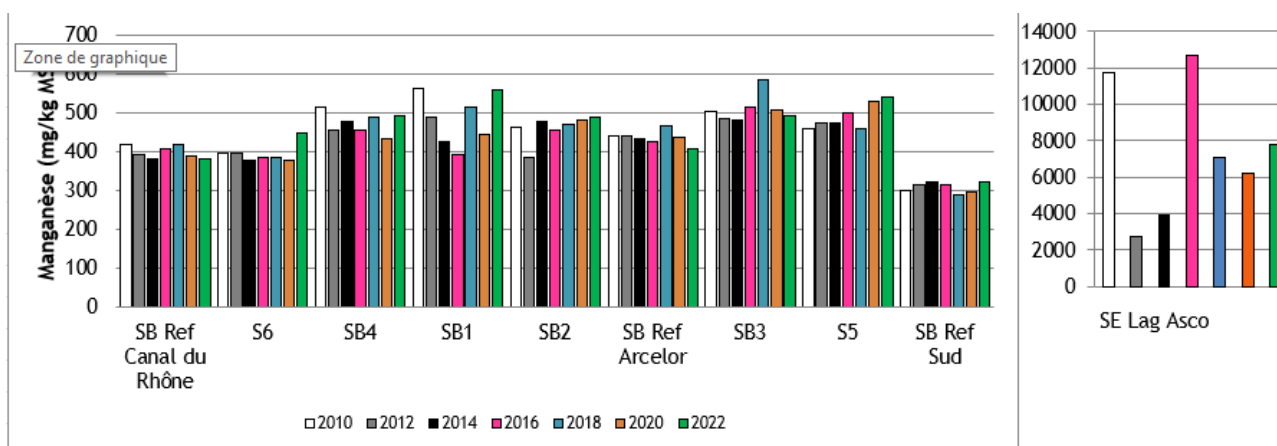


Figure 49. Concentration en manganèse de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) - Données brutes

Sur l'ensemble des stations de la darse, les valeurs de concentration ont relativement peu évolué entre le suivi 2020 et 2022, excepté sur les stations S6, SB4 et SB1 où les valeurs ont augmenté.

La station SB1, la plus proche de l'exutoire, affichait des concentrations en manganèse dans ses sédiments qui étaient en baisse depuis 2010. En 2018, la concentration était de 515 mg/kg de MS, en 2020 elle était de 442 mg/kg de MS pour atteindre les **559 mg/kg de MS en 2023**.

En 2023, la station S5, la station plus au sud de l'exutoire présente quant à elle une valeur encore plus importante qu'en 2020 : **541 mg/kg de MS (contre 529 en 2020)**.

La contamination en manganèse est relativement équivalente du nord au sud de la darse. La station SB Ref Sud demeure néanmoins la moins contaminée.



La figure suivante présente les valeurs de concentration en manganèse normalisées par le pourcentage de particules fines des échantillons. Les données normalisées peuvent être comparées d'un suivi à l'autre et entre les stations en faisant abstraction de l'effet de dilution de la contamination causé par la présence de sable, moins contaminé que les vases.

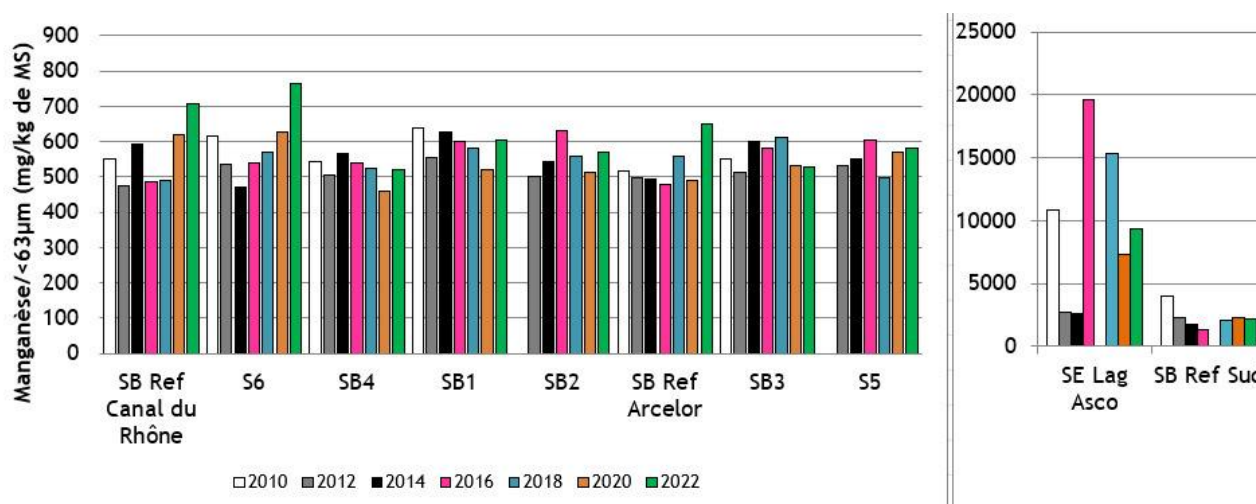


Figure 50. Concentration en manganèse de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec) - Données normalisées

La concentration en manganèse normalisée par la proportion de fines des échantillons montre un pic de contamination au niveau des stations SB Ref Canal du Rhône, S6 et SB Ref Arcelor.

Cette contamination est en hausse sur toutes les autres stations mais dans une plus faible mesure au niveau de SB1 et SB2 ainsi que dans la lagune.

Les valeurs mesurées en SB3 et S5 pour le suivi 2022 sont relativement équivalentes aux mesures effectuées lors du précédent suivi.

L'impact du rejet ASCOMETAL sur la contamination en manganèse des sédiments est plus visible au droit du rejet que lors du suivi de 2020 et équivalent aux suivis précédents. La contamination de l'ensemble des stations de mesures est globalement équivalente indiquant ainsi l'existence d'autres sources de contamination.

3.2.3.13 Tableaux de synthèse pour les métaux

Les concentrations en métaux traces qui ont été évaluées pour le suivi 2022 sont présentées dans le tableau suivant avec pour indication un code couleur correspondant aux 3 états du RLM (IFREMER, 2002) :

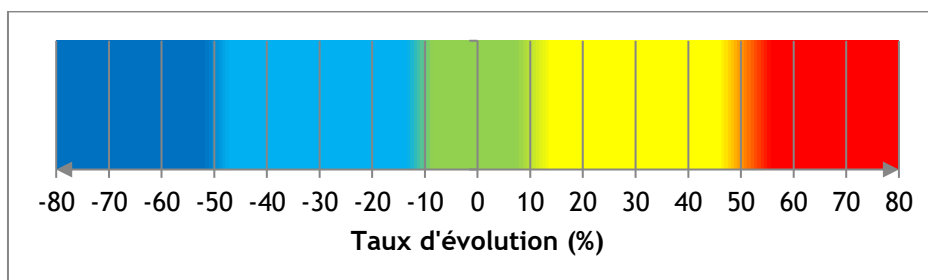
- ❖ **Vert** : État 1. Il caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de contamination chimique établi pour chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française.
- ❖ **Jaune** : État 2. Il caractérise des niveaux correspondant à des valeurs supérieures au bruit de fond de la contamination chimique et inférieures ou égales au seuil de contamination avérée.
- ❖ **Rouge** : État 3. Il caractérise les niveaux supérieurs au seuil de contamination avérée (état 2).

Paramètres (mg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud
Aluminium	7170	7480	10900	11500	8470	11500	9010	11800	12500	5100
Cadmium	0,1	0,1	0,15	0,21	1,22	0,14	0,12	0,15	0,23	<0.10
Chrome	22,3	20,8	42,3	71,5	2080	44,4	33,5	37,5	44,7	15,9
Chrome VI	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Cuivre	11,3	13,1	23,6	35,4	1410	23,2	17,5	24,1	36,3	0
Étain	<5.00	<5.00	<5.00	6,71	120	<5.00	<5.00	<5.00	<5.13	<5.00
Fer	16	18,5	33,7	38,6	224	30,6	29,7	33,7	29,9	10,7
Manganèse	379	448	491	559	7820	488	405	492	541	320
Mercure	<0.10	<0.10	0,11	<0.10	0,19	0,18	<0.10	0,15	0,11	<0.10
Nickel	15,5	21	23,4	34,3	322	25,2	19,7	25,2	27,9	12
Plomb	14,90	28,50	29,00	49,90	2010	29,70	22,80	29,30	37,80	6,83
Zinc	53	68,7	89,6	171	10300	89,1	71,5	90,9	134	30,8

Tableau 17. Tableau de synthèse des concentrations en métaux traces des sédiments en 2022 - Données brutes

Le tableau suivant présente sous la forme d'un code couleur, l'évolution de la contamination pour chaque station et pour chaque métal par rapport à son niveau de 2016. Ce code couleur prend la forme suivante :

- ❖ Bleu foncé : forte diminution (supérieure à 50%)
- ❖ Bleu clair : diminution significative (taux compris entre -10 et -50 %)
- ❖ Vert : peu d'évolution (valeur comprise entre -10 et +10%)
- ❖ Jaune : augmentation significative (taux compris entre +10 et +50%)
- ❖ Rouge : forte augmentation (supérieure à 50%)





Paramètres (mg/kg de MS)	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	Station présentant la plus forte augmentation	Station présentant la plus forte diminution
Cadmium	-30,0	-20,0	0,0	-23,8	0,8	7,1	-8,3	13,3	34,8	0,0	S5	SB Ref Canal du Rhône
Chrome	-35,0	-12,5	1,4	-6,7	-5,8	1,6	-3,0	4,5	-2,9	25,8	SB Ref Sud	SB Ref Canal du Rhône
Chrome VI	Données inférieures aux limites de quantification											
Cuivre	-51,3	2,3	-11,9	0,6	36,9	-4,3	-16,0	2,9	22,9	0,0	SE Lag Asco	SB Ref Canal du Rhône
Plomb	-40,9	36,8	-6,6	-31,7	40,3	1,0	-16,2	-0,7	13,0	11,9	SE Lag Asco	SB Ref Canal du Rhône
Zinc	-31,3	14,1	-4,6	-25,1	42,0	0,1	-9,2	10,9	30,4	19,5	SE Lag Asco	SB Ref Canal du Rhône
Nickel	-21,3	19,5	-1,3	19,5	17,1	2,0	-16,2	5,6	8,6	5,0	S6 + SB1	SB Ref Canal du Rhône
Mercure	-20,0	0,0	-9,1	-20,0	47,4	33,3	0,0	20,0	-36,4	0,0	SE Lag Asco	S5
Aluminium	-19,2	8,7	2,8	9,6	62,5	-1,7	-14,3	11,0	8,0	12,0	SE Lag Asco	S5
Etain	Données inférieures aux				-84,6	limites de quantification						
Fer	-28,1	8,6	10,1	19,7	-21,9	-4,6	-2,0	13,6	-6,4	7,8	SB1	SB Ref Canal du Rhône
Manganèse	-2,4	16,3	11,8	20,9	21,1	1,6	-7,4	-3,3	2,2	7,5	SE Lag Asco	SB Ref Sud

Tableau 18. Tableau de synthèse des taux de variation (%) des concentrations en métaux entre 2020 et 2022

La station présentant la plus forte augmentation de concentration en métaux est la station SE Lag Asco et globalement celle qui présente le plus de diminution est la station SB Ref Canal du Rhône. L'élément présentant une grosse augmentation sur la station de la lagune est l'Aluminium, les augmentations des autres éléments sont plutôt compris entre 0 et 50% (vert et jaune).

Le cuivre a nettement diminué entre le suivi 2020 et 2022 sur la station SB Ref Canal du Rhône.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2023 est difficilement discriminable.

3.2.4 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

La famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques comprend plusieurs molécules dont la structure chimique est constituée de plusieurs noyaux aromatiques ayant en commun plus d'un atome de carbone. Ces molécules constituent une large classe de contaminants qui se différencient entre eux par le nombre de noyaux aromatiques (de deux pour le naphthalène à sept pour le coronène...).

Les HAP présents dans l'environnement résultent de différents processus : la biosynthèse par les organismes vivants, les pertes à partir du transport ou de l'utilisation des carburants fossiles, charbons, pétroles, la pyrolyse des matières organiques à haute température, feux de forêt, combustion des charbons et pétroles. Ce dernier processus constitue la principale voie d'introduction des HAP dans l'environnement et résulte majoritairement des activités anthropiques. Il est bien connu que la combustion des essences est une source importante d'introduction de HAP dans l'atmosphère. Les activités industrielles telles que les usines de production d'aluminium, les raffineries de pétrole ou les rejets urbains contribuent également de manière importante aux apports atmosphériques et aquatiques.

Le comportement des produits pétroliers déversés en mer dépend essentiellement des quatre paramètres : leur volatilité, leur solubilité, leur tendance à former des émulsions et leur aptitude à se dégrader. Ces propriétés dépendent de la composition des produits déversés (proportion d'HAP, taux d' « alkylation » des composés aromatiques, etc.). La contamination de l'eau est à la fois liée à la solubilité du produit pétrolier et à sa fragmentation par les vagues. Cette action mécanique forme des gouttelettes et des boulettes d'hydrocarbures de tailles variées, qui sont ensuite entraînés par les courants. Les hydrocarbures forment également à la surface de l'eau des nappes dans lesquelles s'engluent les oiseaux de mer et les mammifères marins. Les hydrocarbures peuvent enfin interagir avec les matières en suspensions et contaminer ainsi les sédiments.

Leur biodégradabilité dépend de processus complexes mettant en jeu la nature du polluant, la microflore bactérienne, la disponibilité d'éléments nutritifs et les conditions environnementales (O₂, température, pH). Les effets des hydrocarbures sur les communautés sont nombreux.

16 molécules ont été reconnues toxiques pour l'environnement, dont notamment le fluoranthène, anthracène, le pyrène... Certains HAP sont cancérigènes pour l'Homme et toxiques pour la faune marine. Certains sont également très rémanents dans l'environnement.



3.2.4.1 Valeurs de référence

Les concentrations en HAP des sédiments sont comparées aux seuils de référence établis par le guide RLM (IFREMER, 2002) qui présente une grille de seuils environnementaux permettant d'évaluer la qualité de sédiments fins prélevés en Méditerranée. Ces seuils n'ont cependant pas été officiellement validés par les services de l'état :

HAP	États de contamination en mg/kg de matière sèche		
	État 1	État 2	État 3
Benzo(b)fluoranthène	<0,2	0,2 - 0,5	>0,5
Benzo(k)fluoranthène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Indéno(1.2.3-cd)pyrène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Benzo(ghi)pérylène	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
Benzo(a)pyrène	<0,1	0,1 - 0,5	>0,5
Fluoranthène	<0,04	0,04 - 0,2	>0,2

Tableau 19. États de référence pour les HAP applicables en Méditerranée pour l'interprétation des niveaux de contamination chimique dans les sédiments fins en milieu côtier naturel (IFREMER, 2002)

Certains HAP font l'objet d'une réglementation particulière concernant leur présence dans l'environnement, et en particulier dans les masses d'eau communautaires.

En effet, plusieurs sont mentionnés par l'arrêté du 25 janvier 2010 qui fixe « les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surfaces ».

Certains sont définis comme étant des :

❖ **Substances Prioritaires (SP)**

- L'objectif fixé par la directive européenne est leur **diminution** progressive dans les rejets et les pertes.

❖ **Substances Dangereuses Prioritaires (SDP)**

- L'objectif fixé par la directive européenne est leur **suppression** progressive des rejets et pertes.

3.2.4.2 Résultats 2022-23

Les figures suivantes présentent les résultats des concentrations en HAP des sédiments en 2022-23.

Paramètre	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SE Lag Asco	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref sud
(µg/kg de MS)										
Acénaphthène	2,2	5,4	2,1	18	5,7	2,2	7,5	2,1	5,3	2
Acénaphthylène	3,8	4,3	8,2	7,6	7,3	6,5	5,8	8,5	8	2
Anthracène (SDP)	6,9	10	20	44	20	16	23	22	22	2
Benzo(a)anthracène	13	14	58	62	45	41	48	50	59	2,2
Benzo(a)pyrène (SDP)	13	16	57	66	33	39	42	52	61	2
Benzo(b)fluoranthène (SDP)	22	37	74	130	49	63	80	76	89	3
Benzo(ghi)Pérylène (SDP)	14	16	47	61	43	39	40	49	61	2
Benzo(k)fluoranthène (SDP)	6,6	20	22	30	12	18	29	20	24	2
Chrysène	20	19	64	58	62	54	49	67	79	2,6
Dibenzo(ah)anthracène	5,8	7,3	21	29	9,2	16	15	15	21	2
Fluoranthène (SP)	21	23	81	90	87	55	51	82	110	2
Fluorène	2,2	2	12	27	11	6,6	9	25	18	2
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène (SDP)	11	12	38	56	42	30	31	39	39	2
Naphtalène (SP)	2,2	2	16	43	15	18	11	51	45	2
Phénanthrène	2,2	4,5	44	92	63	29	38	95	92	2
Pyrène	18	23	67	73	110	52	45	67	85	2
Somme des 16 HAP 2022	160	210	630	890	610	480	520	720	820	8

Tableau 20. Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments en 2022-23. SP : Substance prioritaire de la DCE ; SDP : Substance dangereuse prioritaire de la DCE

D'après l'INERIS, le phénanthrène est présent dans l'huile d'anthracène obtenue par distillation du goudron de houille. Il est recueilli dans le filtrat de résidus d'anthracène cristallisé ou dans la fraction légère de distillation de l'anthracène brut. Il est essentiellement produit lors d'une mauvaise combustion des hydrocarbures, du bois ou du charbon (inserts, foyers fermés faiblement alimentés en air). On l'utilise dans la production de colorants, d'explosifs, de produits pharmaceutiques ; c'est une base utilisée pour synthétiser d'autres produits chimiques (9,10-phénanthrénequinone, acide 2,2 diphénique) dont certains sont, par exemple, utilisés pour la fabrication de conducteurs électriques utilisés dans les batteries et les cellules photovoltaïques. On en trouve aussi dans la fumée de tabac, les échappements de moteur Diesel ou à essence, dans les viandes grillées au charbon de bois (barbecue), dans les huiles moteurs usagées, etc...

Il n'existe pas d'utilisation de fluoranthène en tant que tel. L'ATSDR (1995), indique toutefois qu'il a pu être utilisé par le passé en revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable. Il a été utilisé comme intermédiaire dans la fabrication de teintures, notamment de teintures fluorescentes et dans la fabrication des huiles diélectriques et comme stabilisant pour les colles époxy. Aujourd'hui l'INERIS ne dispose d'aucune information indiquant que ces usages existent toujours. Selon le Kompass (2005), le fluoranthène n'est pas référencé comme un produit fabriqué ou vendu en France. En revanche, le fluoranthène en tant



qu'HAP est présent dans de nombreuses applications. Les HAP sont synthétisées lors de la formation des énergies fossiles (pétrole, charbon) ou bien lors de la combustion incomplète de matières organiques (chauffage au fuel, feux de forêt, etc.). Ils sont donc rejetés dans l'environnement soit à partir de produits dérivés de combustibles fossiles (goudron, coke, créosote, etc.), soit suite à des combustions incomplètes (chauffage, moteur diesel...).

Le benzo[k]fluoranthène est présent dans les combustibles fossiles. Lors de combustions incomplètes, il est rejeté dans l'atmosphère où il est essentiellement présent sous forme particulaire du fait de sa tension de vapeur extrêmement faible. On le trouve également dans la fumée de cigarette, dans les gaz d'échappement d'automobiles, dans les émissions provenant de la combustion de charbons ou d'huiles, dans les huiles moteur et le goudron de charbon. Il peut être libéré dans l'hydrosphère lors du lessivage par la pluie de stocks de charbon.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont relativement faibles pour le suivi 2022. Sur toutes les stations, les concentrations sont légèrement plus basses ou équivalentes à celles du suivi 2020.

Les stations situées au droit du rejet ne présentent pas, comme en 2020, une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse hormis en Benzo(b)fluoranthène pour la station SB1 dont la concentration s'élève à 130 µg/kg MS.

L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAP peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

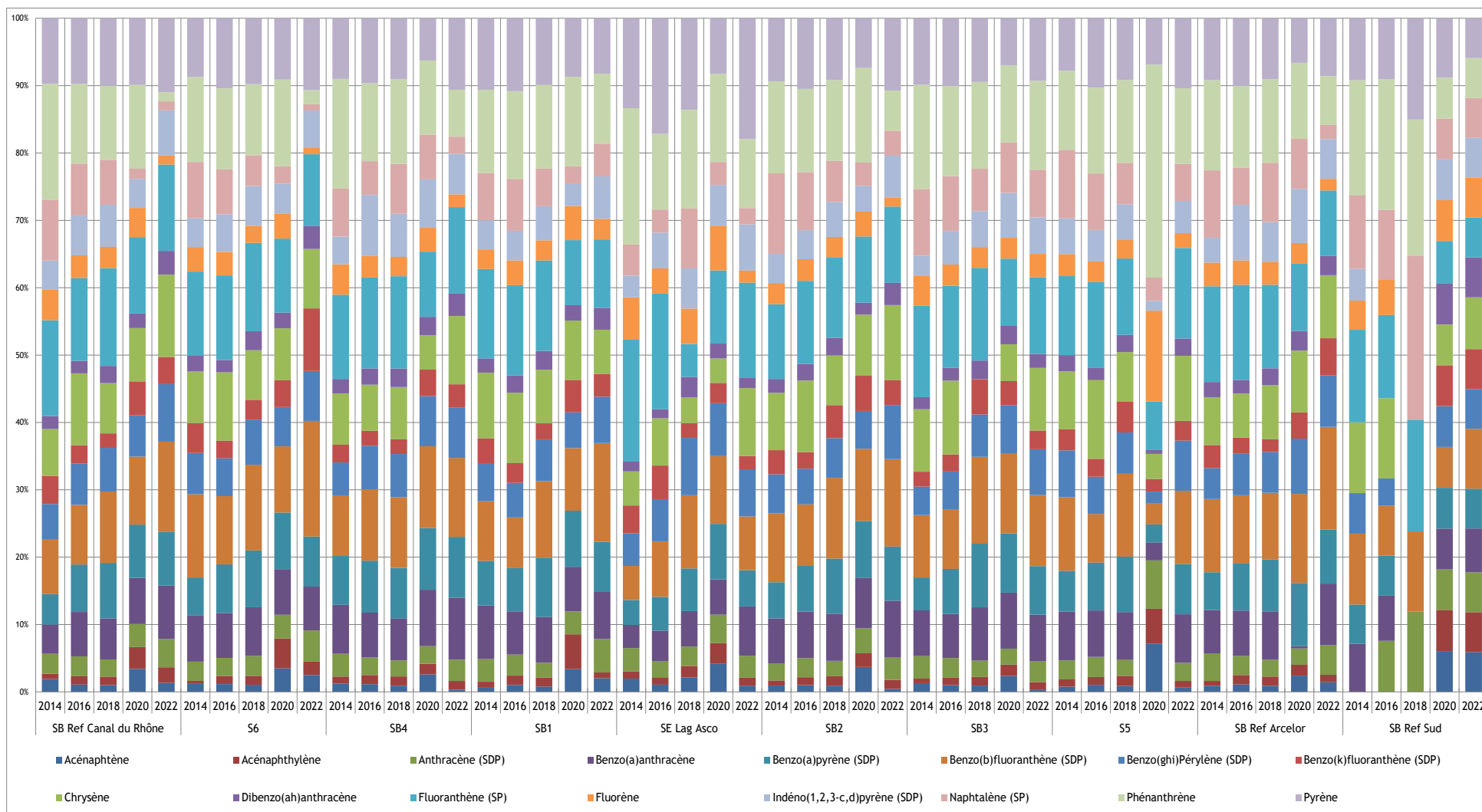


Figure 51. Proportion des 16 HAP réglementaires mesurées dans les sédiments de chaque station entre 2014 et 2022

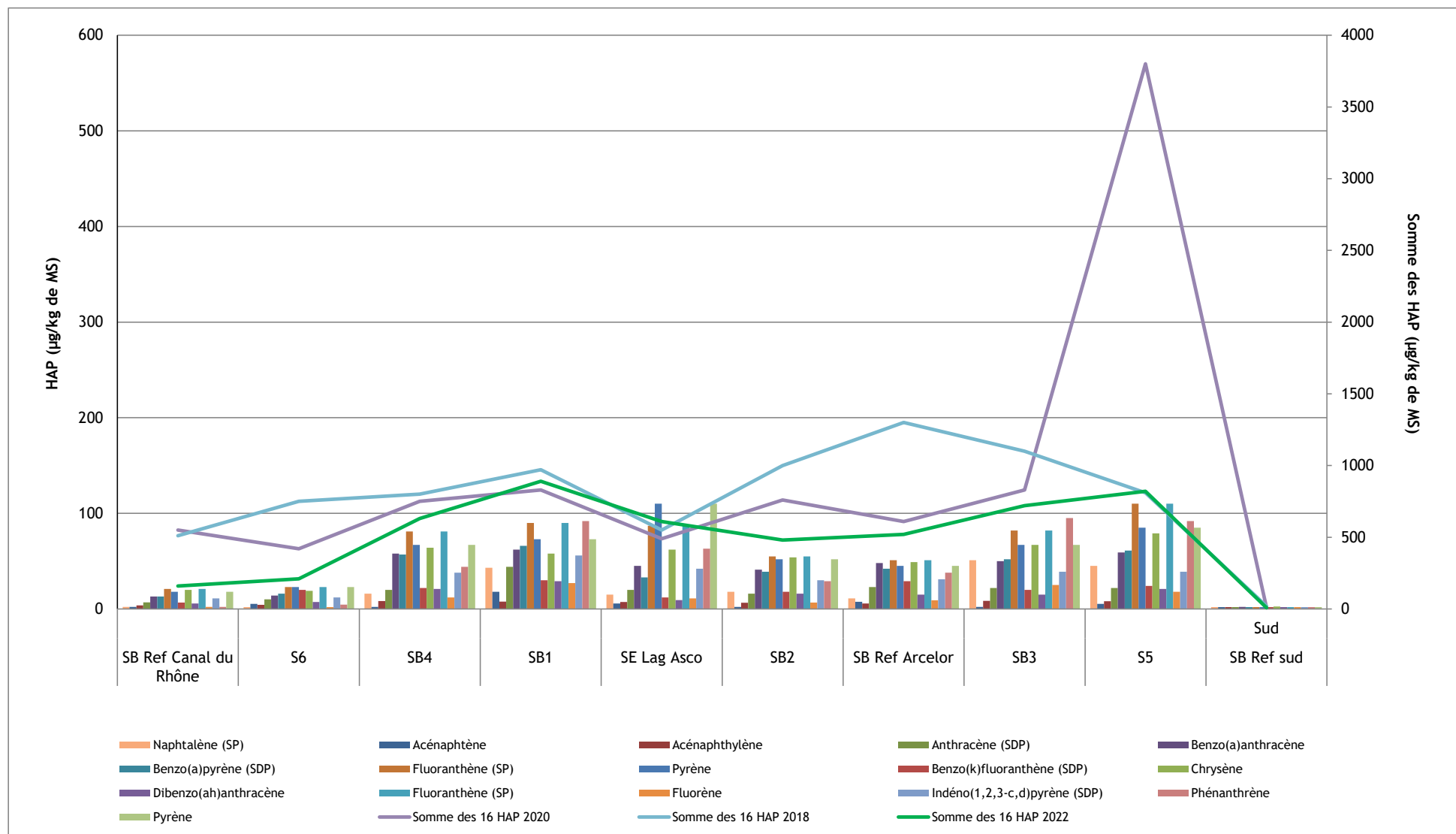


Figure 52. Profils de contaminations des sédiments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques pour le suivi 2022

3.2.4.3 Indice hydrocarbure

Paramètre Indice hydrocarbure (mg/kg de MS)	Unité	SB Ref Canal du Rhône	S6	SB4	SB1	SB2	SB Ref Arcelor	SB3	S5	SB Ref Sud	SE Lag Asco
2022	mg/kg MS	31,8	61,5	103	137	102	128	119	275	15	11100
2020	mg/kg MS	97,9	76,7	191	188	187	141	101	129	8	8960
2018	mg/kg MS	60,4	57,4	92	215	48,7	94,5	102	38,4	8	6680
2016	mg/kg MS	146	127	227	394	172	111	113	190	23,7	8900
2014	mg/kg MS	121	115	153	171	140	109	128	137	19,9	3030
2012	mg/kg MS	132	141	135	237	139	178	132	133	20,5	12900
2010	mg/kg MS	164	134	265	580	226	239	216	196	23,4	5530

Tableau 21. Indice hydrocarbure (HTC C10-C40) mesuré au niveau de la darse entre 2010 et 2022
(Safege, In Vivo, setec)

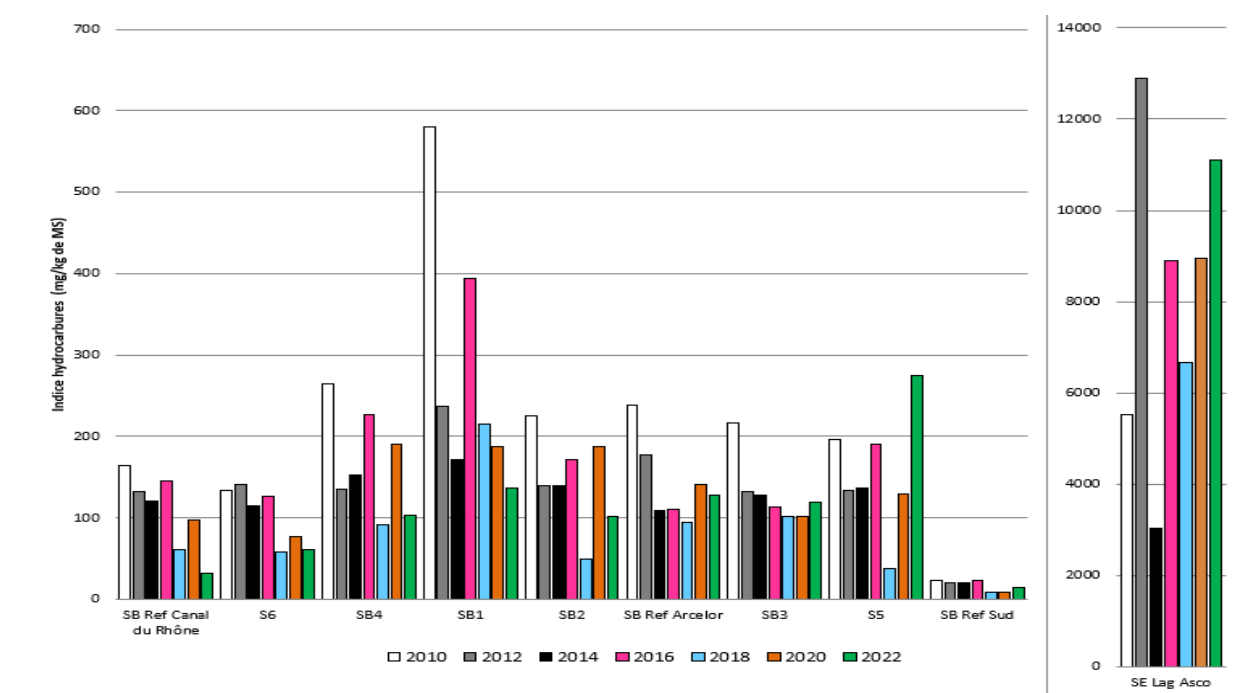


Figure 53. Variation de l'indice hydrocarbure au niveau des stations de mesure entre 2010 et 2022
(Safege, In Vivo, setec)

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2023 montrent une concentration maximale au niveau de la station S5. Entre le suivi 2020 et 2022, l'indice hydrocarbure a diminué sur les stations SB Ref Canal du Rhône, S6, SB4, SB1, SB2 et SB Ref Arcelor et a augmenté sur les stations SB3, S5 et SB Ref Sud.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAP réglementaires.



Une nette augmentation de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2023. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.

3.2.5 Les Polychlorobiphényles (PCB)

Les PCB sont des composés organochlorés comprenant plus de 200 congénères différents. Ils sont utilisés depuis les années 1930 dans les peintures, les encres, les revêtements muraux, le matériel électrique... Leur rémanence, leur toxicité, et leur faculté de bioaccumulation ont conduit à interdire leur usage en France à partir de 1987. Depuis lors, ils ne subsistent plus que dans des équipements électriques anciens, transformateurs et gros condensateurs. La convention de Stockholm prévoit la disparition totale de ces équipements pour 2025. La présence de résidus de PCB dans l'environnement résulte de leur importante utilisation passée comme fluides diélectriques, pour le calandrage, dans les additifs pour caoutchouc et matières plastiques (réglementation stricte de leur utilisation depuis 1973). En plus des pertes lors des remplissages et retraitements des systèmes clos, les rejets urbains, les décharges de matériel usagé et les activités liées à la récupération des matériaux ferreux sont potentiellement des sources d'apport dans l'environnement.

Ils sont toxiques pour la croissance du phytoplancton et le développement larvaire des vertébrés et des invertébrés marins. Les PCB sont des substances organiques de synthèse qui sont caractérisées par leur très grande stabilité chimique : ceci leur confère une persistance exceptionnelle dans le milieu, et en particulier dans les sédiments où ils sont piégés.

En raison, de leur persistance, de leur caractère bioaccumulable et de leur toxicité, les PCB font partie des contaminants prioritaires. Il n'existe pas de valeur de bruit de fond pour ces contaminants, car ces organochlorés sont exclusivement d'origine anthropique (humaine).

3.2.5.1 Résultats 2020 et comparaison avec les résultats de 2018

En 2023 comme en 2020, toutes les stations présentent des concentrations très faibles en PCB. La plupart sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire (0,001 mg/kg de MS) ou très proche de celle-ci. La station de la lagune présente la valeur la plus élevée avec 0,20 mg/kg de MS (somme de 7 PCB) la valeur était de 0,17 en 2020.

Le rejet n'a pas d'incidence significative sur la concentration en PCB depuis 2014.

3.2.6 Synthèse pour le sédiment

Concernant les apports externes au milieu, ils peuvent être considérés comme multiples, variés et donc difficiles à discriminer. En effet, la zone d'étude est d'une part située entre le canal du Rhône au nord et le golfe de Fos au sud. Les données issues du SDAGE 2016-2021 en vigueur classent ces masses d'eaux dans la catégorie des « masses d'eau fortement modifiées ». La présence de mercure est attestée dans le golfe de Fos par les relevés de la campagne DCE de 2012 et la masse d'eau « Grand Rhône » à laquelle est reliée la darse 1 via le canal du Rhône, bien que présentant un très bon état hydrologique en 2012, représente un vecteur important de contaminants en provenance du Rhône.

Le sud de la darse peut également être influencé par des entrées maritimes rabattant le panache du grand Rhône vers le fond du golfe. Le nord de la darse semble en revanche être trop enclavé pour être influencés par celles-ci. Les eaux du canal du Rhône influencent donc probablement majoritairement les eaux du nord de la zone d'étude qui peuvent être soumises à une contamination en amont en provenance du Grand Rhône.

Par ailleurs, la darse est l'exutoire d'un autre rejet industriel situé sur la rive opposée de l'usine ASCOMETAL et provenant de l'usine sidérurgique ARCELOR-MITAL. Ce rejet peut contribuer significativement à la contamination de la darse.

Enfin, la darse est un lieu où passent et stationnent de nombreuses embarcations de fret et de transport de passagers. Outre les pollutions provenant des navires (huiles machines, peintures, gaz d'échappement, etc.), les terminaux minéraliers peuvent également contribuer à la contamination du milieu par le biais des déchargements avec la chute occasionnelle de matériaux vers le milieu marin ou le dépotage de carburants.

L'analyse des données historiques de production de l'usine ASCOMETAL montre celle-ci est sensiblement équivalente d'une année sur l'autre. Le mois d'août est consacré à l'entretien des installations. Les variations de productions n'ont donc probablement pas d'incidences sur le rejet. En revanche, selon les alliages produits par l'usine, la composition du rejet peut évoluer.

Ainsi, si les flux de métaux les plus importants mesurés en routine dans le rejet depuis 2010 concernent le fer, le zinc, le manganèse et le phosphore, leur proportion peut varier au cours du temps. Pour le suivi 2022, les mesures montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en étain en février, mai et décembre, et de nickel en janvier.

Les résultats de l'autosurveillance au fil des années montrent une nette amélioration de la qualité des eaux de rejet. Cette amélioration est visible notamment entre 2014 et 2022. Les valeurs des éléments testés au-delà des seuils sont très faibles

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2022 ont montré que la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement équivalentes.

Cependant, comme pour les suivis précédents, il est important de noter la part plus importante de sable caractérisant l'échantillon SB Ref Sud vis-à-vis des autres stations échantillonnées. Cette proportion tendait à diminuer entre 2012 et 2016 et à augmenter entre 2018 et 2022 mais reste dans l'ensemble



stable. Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), les sédiments des stations ont vu leur proportion de fines plutôt stable entre 2018 et 2022 là où une augmentation avait été constatée entre 2016 et 2018. Les autres prélèvements présentent des taux plutôt stables en particules de diamètre inférieur à 63 μm () mis à part la station de référence Lag Asco qui avait eu sa proportion de sédiments fins réaugmenter considérablement en 2020 et dont le constat est encore visible en 2023.

L'envasement global de la zone proximité du rejet est de nouveau visible lors de cette campagne contrairement au suivi 2020.

Une augmentation notable de la part de fine était également observable au nord de la zone au niveau de la station SB Ref Canal du Rhône entre 2014 et 2016. La proportion relevée dans l'échantillon de 2018 dépassait la valeur mesurée en 2012. L'ensablement observé en 2020 et 2022 est comparable aux données de 2014.

Ces variations peuvent entraîner une évolution de la contamination de la darse liée à la présence de particules fines.

La contamination organique dans la darse est relativement stable depuis 2010. Elle est plus importante au niveau des stations de mesure SB1, SB2, SB3, SB4 et S5 situées en face et autour du rejet et au sud de celui-ci. Une légère augmentation est visible sur la station de la lagune ASCOMETAL entre 2020 et 2023, cependant la valeur du suivi annuel reste élevée.

La contamination générale de la darse en 2014 rendait difficile la discrimination des effets du rejet sur la concentration des composés organiques des sédiments prélevés au cours du suivi. L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la contamination des sédiments situés à sa proximité immédiate (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet de l'usine ASCOMETAL.

Concernant les métaux, les concentrations restent pour le suivi 2022 relativement équivalentes aux valeurs mesurées en 2020 sur l'ensemble des stations exceptées au droit du rejet sur la station SB1 ; où des fortes valeurs sont encore visibles bien qu'en baisse pour certains éléments et en hausse pour d'autres (étain, fer, aluminium, manganèse).

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration entre 2020 et 2022 de certains composants sur les stations S5, SE Lag Asco et SB1.

Le fer présente également une légère augmentation sur quelques stations, dont celle située au droit du rejet.

La station présentant la plus forte augmentation de concentration en métaux est la station SE Lag Asco et globalement celle qui présente le plus de diminution est la station SB Ref Canal du Rhône. L'élément présentant une grosse augmentation sur la station de la lagune est l'Aluminium, les augmentations des autres éléments sont plutôt compris entre 0 et 50%.

Le cuivre a nettement diminué entre le suivi 2020 et 2022 sur la station SB Ref Canal du Rhône.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2023 est difficilement discriminable.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2023. Sur toutes les stations, les concentrations sont légèrement plus basse ou équivalentes à celles de 2020.

Les stations situées au droit du rejet ne présentent pas, comme en 2020, une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse hormis en Benzo(b)fluoranthène pour la station SB1 dont la concentration s'élève à 130 µg/kg MS.

L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2023 montrent une concentration maximale au niveau de la station S5. Entre 2020 et 2023, l'indice hydrocarbure a diminué sur les stations SB Ref Canal du Rhône, S6, SB4, SB1, SB2 et SB Ref Arcelor et a augmenté sur les stations SB3, S5 et SB Ref Sud.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAPs réglementaires.

Une nette augmentation de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2023. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.

Aucune contamination et aucun impact du rejet sur la concentration en PCB des sédiments ne sont observés en 2023.



3.3 MATIERE VIVANTE

Les résultats bruts de la matière vivante du laboratoire sont fournis en annexe 02.

3.3.1 Valeurs de référence et ajustement des données

3.3.1.1 Les seuils RINBIO

Les valeurs de référence utilisées pour évaluer la qualité de la matière vivante sont les seuils de qualité définis dans le cadre du réseau RINBIO (2009).

Niveau de contamination		Niveaux de base	Niveaux faibles	Niveaux modérés	Niveaux élevés	Niveaux très élevés
Métaux (mg/kg de MS)	Pb	1,03	2,16	3,29	4,42	>4,42
	Zn	141,93	229,08	316,22	403,37	>403,37
	Cd	0,84	1,26	1,68	2,09	>2,09
	Hg	0,12	0,23	0,34	0,44	>0,44
	Cu	4,67	6,90	9,13	11,36	>11,36
	Ni	0,99	2,00	3,00	4,01	>4,01
	As	22,63	35,85	51,08	66,31	>66,31
	Cr	0,4	0,9	1,4	1,9	>1,9
Contaminants organiques (µg/kg de MS)	S HCHs	0,67	1,17	1,67	2,18	>2,18
	S PCBs	6,7	14,43	22,16	29,9	>29,9
	S 16 HAP	39,85	78,65	117,45	156,25	>156,25

Tableau 22. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour le réseau RINBIO (2009)

Ces limites sont fixées pour l'analyse de moules ayant été immergées sur un site, laissées durant une durée déterminée, puis récupérées pour analyse. Cependant, les moules étudiées au cours de ce suivi ont été récupérées directement sur le site. Les niveaux de contamination mesurés sont donc à relativiser dans le cas où ils seraient supérieurs aux niveaux fixés par le RINBIO.

3.3.1.2 L'indice de condition

Un paramètre supplémentaire est calculé : l'**Indice de Condition** ou IC. Cet indice correspond au ratio entre le poids de chair sec et le poids sec de coquille des échantillons. Il a été calculé en 2014 selon la méthode de Lawrence et Scott (Besse T., 2003) :

$$I.C. = \frac{\text{Poids sec de chair}}{\text{Poids total} - \text{poids de coquille}} \times 1000$$

- ❖ Il renvoie une valeur moyenne de **106** sur le littoral français.
- ❖ Un indice de **80** correspond à un produit maigre, de qualité médiocre.
- ❖ L'optimum est atteint pour un indice supérieur à **120**.

Il constitue un indicateur fiable de l'état physiologique des individus étudiés et permet ainsi de relativiser la contamination mesurée entre secteurs de trophismes différents.

3.3.1.3 Comparaison avec les seuils de la DCE

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) pour les 41 substances prioritaires retenues par la DCE sont définies dans la directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008. Elles sont utilisées pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau. Ces NQE étant exprimées en concentration dans l'eau, il convient de convertir les résultats obtenus dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau. La méthode utilisée dans le cadre de ce rapport est décrite dans le bulletin Ifremer RNO 2006 (Claisse 2006). Elle permet de convertir les concentrations dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau avec l'utilisation d'un facteur de bioconcentration (BCF) :

$$C_{\text{mollusque}} = C_{\text{eau}} \times BCF_{\text{mollusque}}$$

Et donc :

$$C_{\text{eau}} = C_{\text{mollusque}} / BCF_{\text{mollusque}}$$

Avec :

- ❖ C_{eau} : la concentration dans l'eau (µg/L)
- ❖ $C_{\text{mollusque}}$: la concentration dans le mollusque considéré (µg/kg de poids humide)
- ❖ BCF : le facteur de bioconcentration

La conversion du résultat obtenu en poids humide est faite en multipliant la mesure réalisée en poids sec de chair par le rapport entre le poids humide de chair et le poids sec de chair mesuré pour chaque échantillon.

De plus, la directive fille 2008/105/CE donne des valeurs de NQE pour le biote. Cela concerne le mercure, l'hexachlorobenzène et l'hexachlorobutadiène. Les résultats obtenus dans les moules pour le mercure seront donc directement comparés à cette NQE biote.

3.3.1.4 Les données du ROCCH

Le principal outil de connaissance des niveaux de contamination chimique de notre littoral était constitué par le suivi RNO mené depuis 1979 qui est devenu le ROCCH à partir de 2008. Jusqu'en 2007 inclus, le RNO observatoire de l'environnement, mesurait les métaux (Ag, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), les PCB, le lindane et les résidus de DDT. Depuis la mise en œuvre de la DCE, la surveillance environnementale de la contamination chimique est décentralisée auprès des agences de l'eau et porte sur la colonne d'eau. La surveillance chimique coordonnée et réalisée par l'Ifremer ne concerne plus que les 3 métaux réglementés au titre de la surveillance sanitaire (Cd, Hg et Pb). Les données de concentration en Cd, Hg et Pb mesurées en 2023 par setec sont donc comparées aux valeurs mesurées en 2021 par le ROCCH au niveau des points :

- ❖ 109-P-020 : Pointe Saint-Gervais (point 020) ;
- ❖ 109-P-027 : Anse de Carteau 2 (point 027).

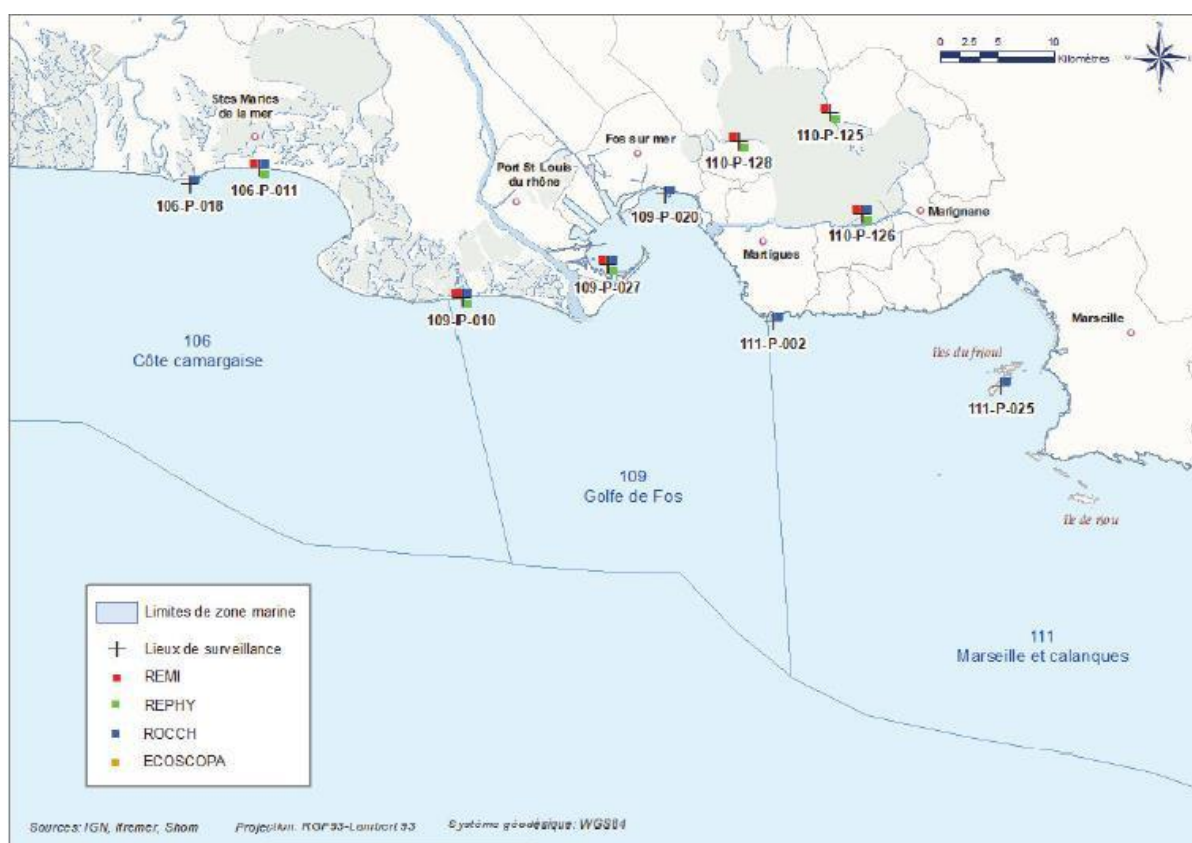
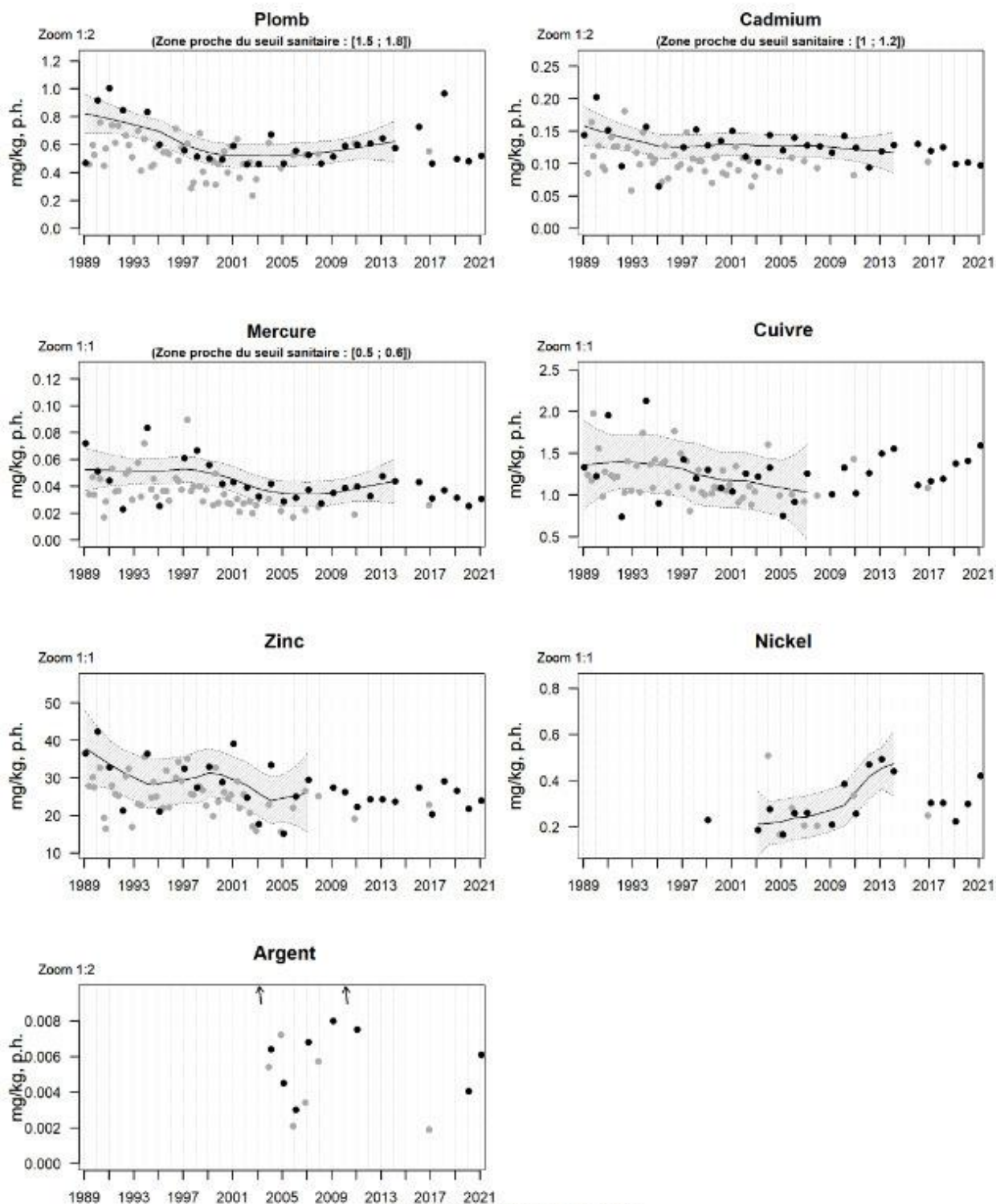


Figure 54. Localisation des points de contrôle des réseaux de suivi de l'Ifremer en 2021 (Ifremer, 2022)

Résultats ROCCH 109-P-020 Golfe de Fos / Pointe St Gervais - Moule



Source ROCCH-Iremer, banque Quadrig  



Résultats ROCCH
109-P-020 Golfe de Fos / Pointe St Gervais - Moule

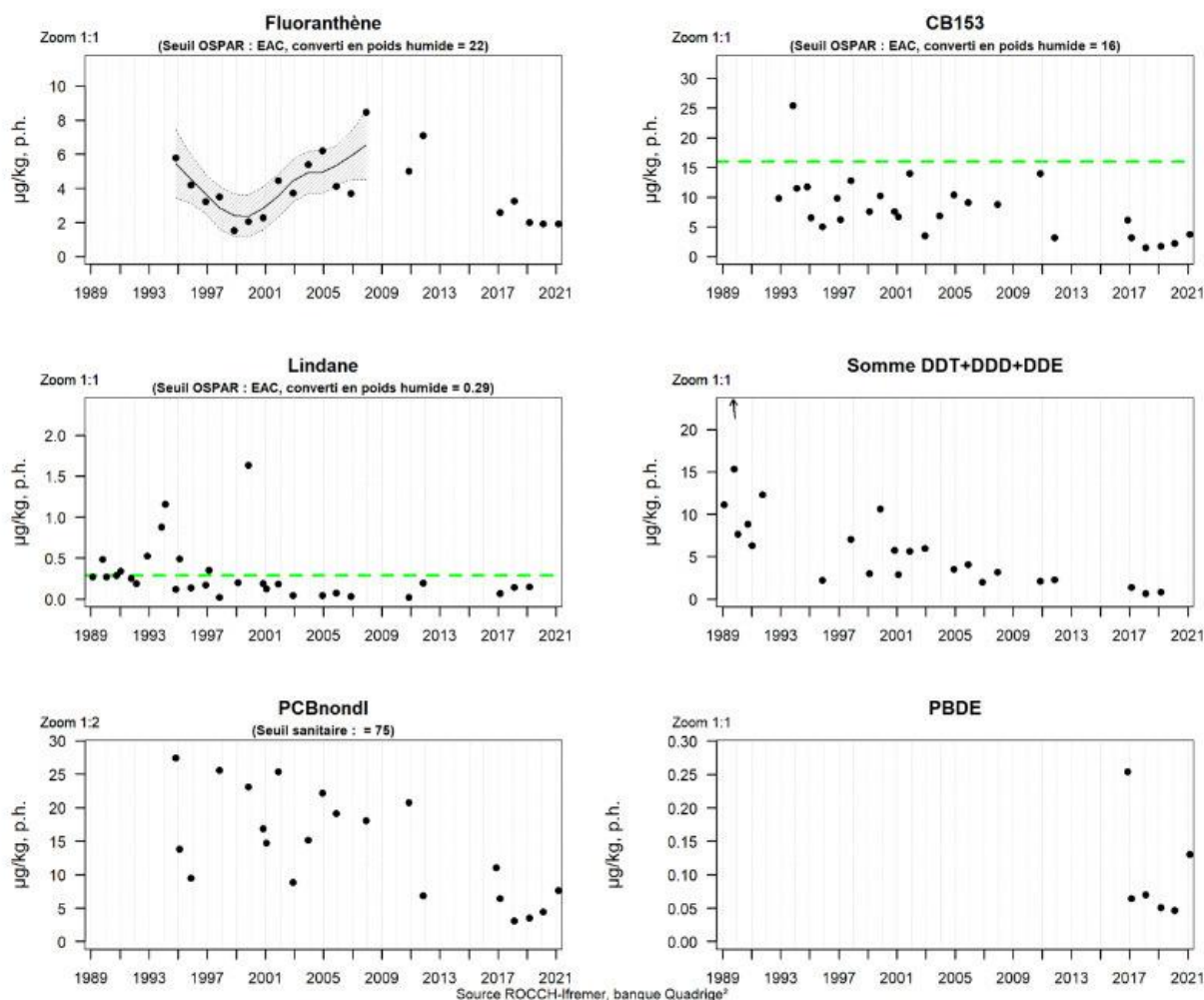
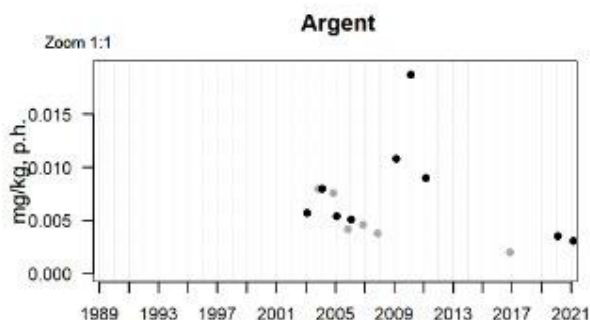
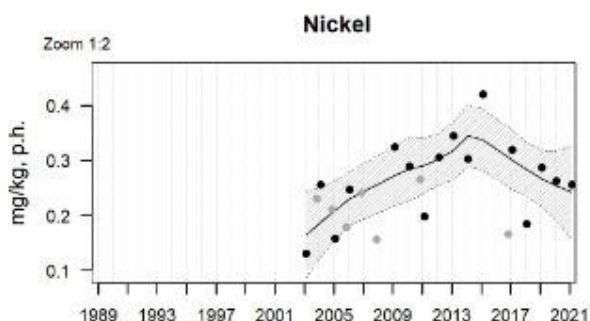
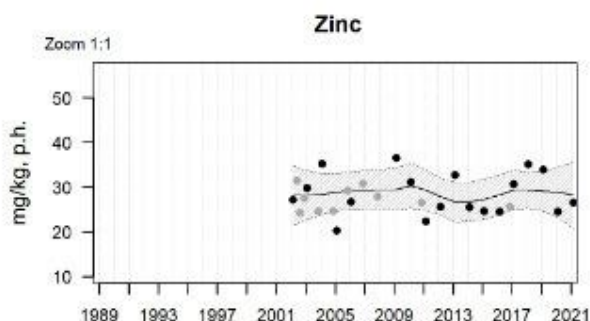
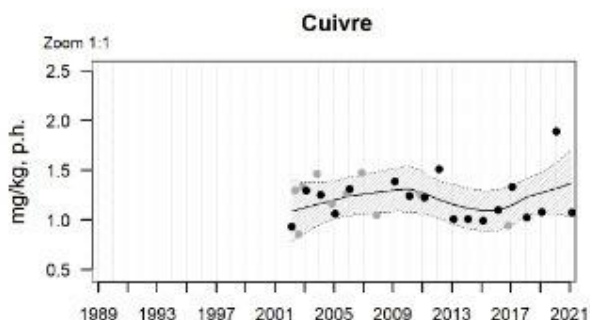
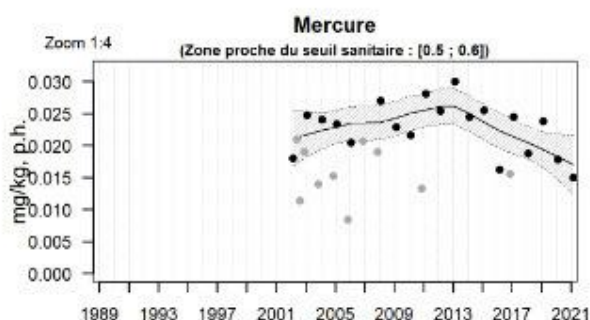
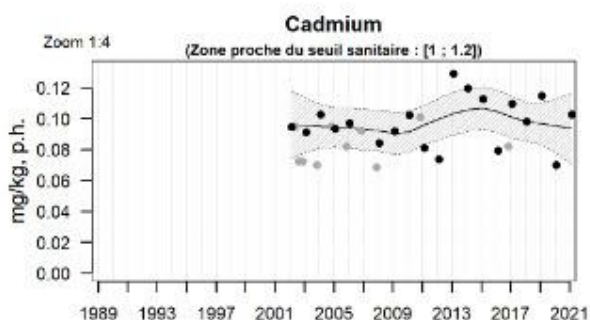
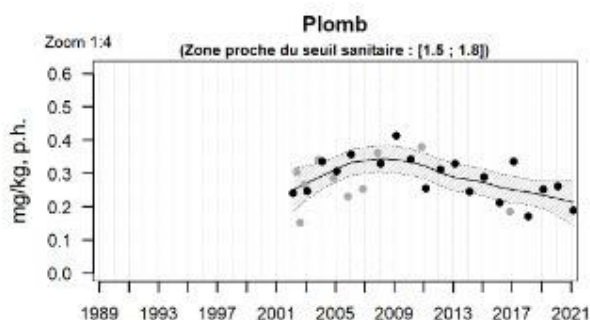


Figure 55. Résultats 2021 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 020 (Ifremer, 2022)

« Ce point, situé dans le Golfe de Fos, présente une concentration en plomb, 2,1 fois plus élevée que la médiane nationale qui est de 0,24 mg/kg de poids humide. Toutefois, elle reste inférieure au seuil européen de qualité sanitaire des produits alimentaires fixé à 1,5 mg/kg de poids humide [règlement (CE) n°1881/2006 modifié par le règlement (CE) n° 1259/2011]. Le mercure est également un métal que l'on trouve à une concentration élevée. Nous observons une valeur 1,3 fois au-dessus de la médiane nationale (0,024 mg/kg p.h, cf. 7.4.12. Comparaison avec les médianes nationales). Ici aussi la concentration observée est inférieure au seuil européen de qualité sanitaire des produits alimentaires fixé à 0,5 mg/kg de poids humide [règlement (CE) n°1881/2006 modifié par le règlement (CE) n° 1259/2011]. Les concentrations des autres métaux et composés organiques semblent stables et du même ordre que les médianes nationales, voire en dessous. » (Sources : Ifremer 2022).

Résultats ROCCH 109-P-027 Golfe de Fos / Anse de Carteau 2 - Moule


Source ROCCH-Iremer, banque Quadrige²



Résultats ROCCH
109-P-027 Golfe de Fos / Anse de Carteau 2 - Moule

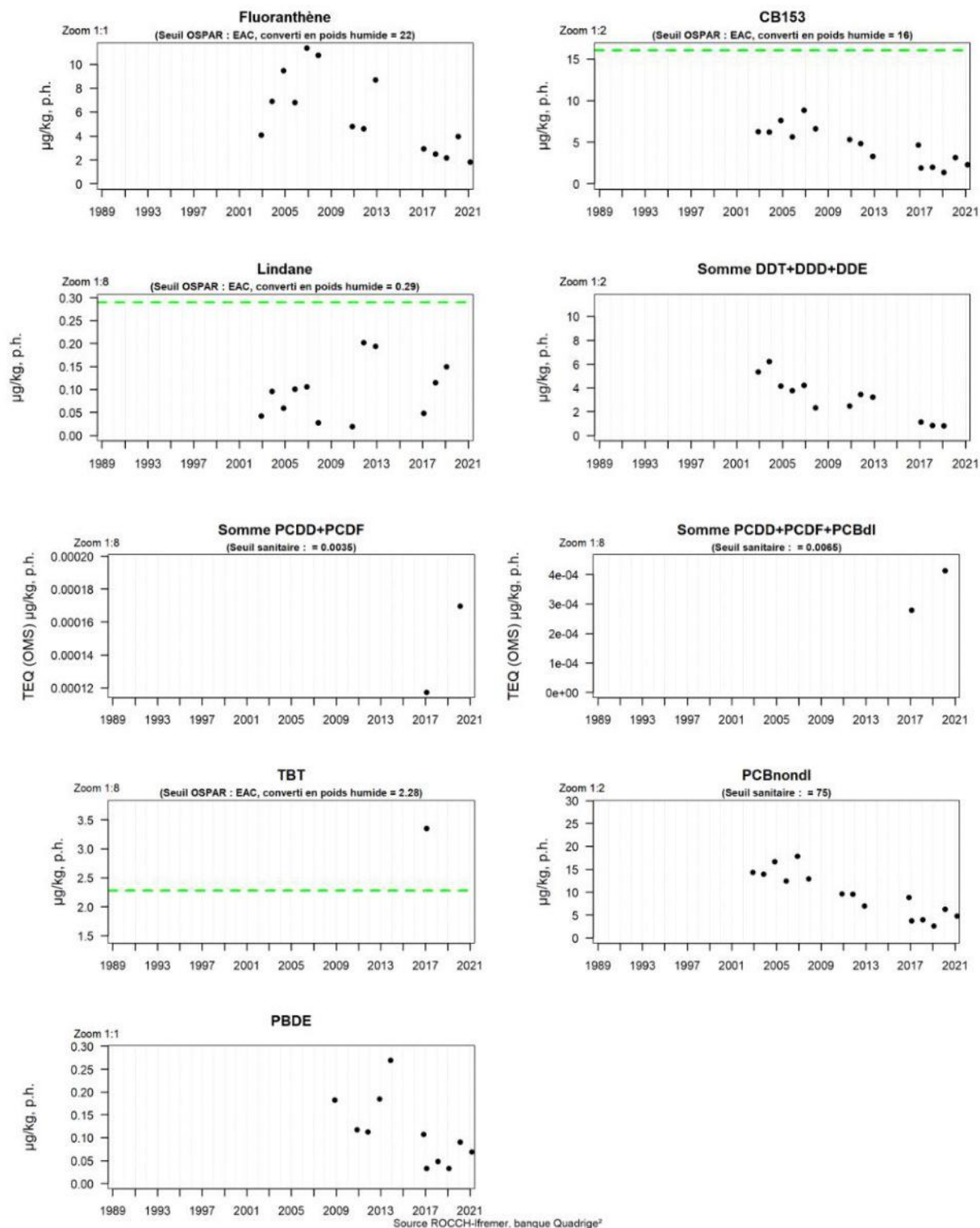


Figure 56. Résultats 2021 du ROCCH dans le golfe de Fos station 109-P 027 (Ifremer, 2022)

« Les concentrations en métaux sur ce site sont en-dessous des médianes nationales, excepté pour le zinc (22,7 g/kg p.h.) où elle est légèrement au-dessus (1,2 fois). Pour les organiques il est à noter qu'on ne retrouve pas le pic de Fluoranthène observé en 2021. Les concentrations en PBDE obtenues en Méditerranée

sont plus faibles que celles obtenues dans le reste de la France. Toutefois le point « Anse de Carteau 2 » fait partie des trois points les plus élevés de Méditerranée. » (sources : Ifremer 2022).

3.3.2 Indice de condition

Les indices de condition calculés sur les moules au niveau des stations de mesures en 2014, 2016, 2020 et 2022 sont présentés sur la figure suivante :

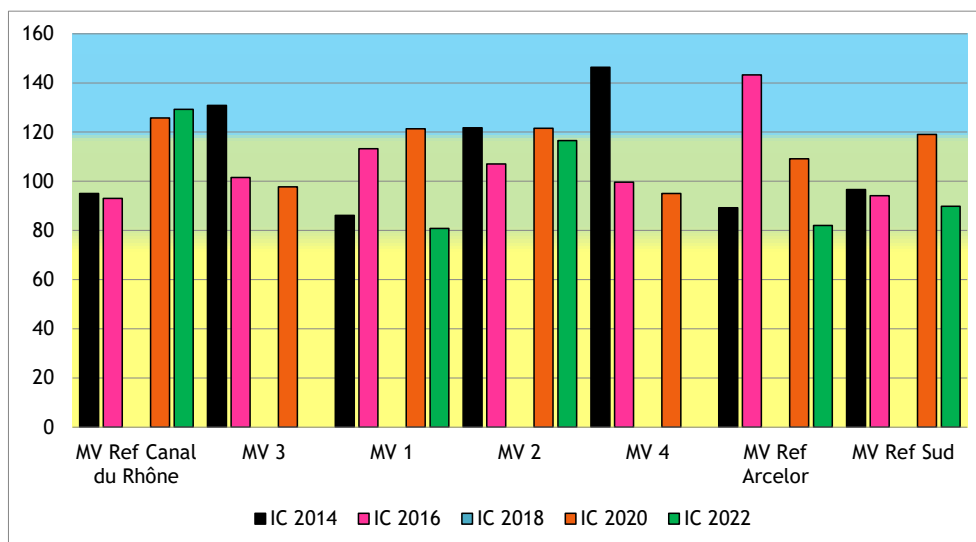


Figure 57 : Indices de condition moyens des moules entre 2014, 2016, 2020 et 2023 selon la méthode Lawrence et Scott

L'indice de condition n'a pas pu être calculé sur les stations MV3 et MV4. Les valeurs moyennes varient de 81 (station MV1) à 129 (station MV Ref canal du Rhône). Pour le suivi 2022, les indices de condition moyens des stations MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud sont plus faibles que les années précédentes. Toutes les valeurs sont classées dans la moyenne du référentiel.

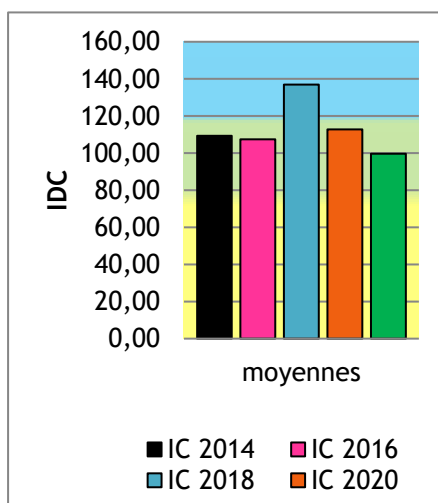


Figure 58. Indices de condition moyens des moules entre 2014 et 2022 selon la méthode Lawrence et Scott. En bleu : produit de taille optimale ; en vert : produit de taille normale ; en jaune : produit maigre

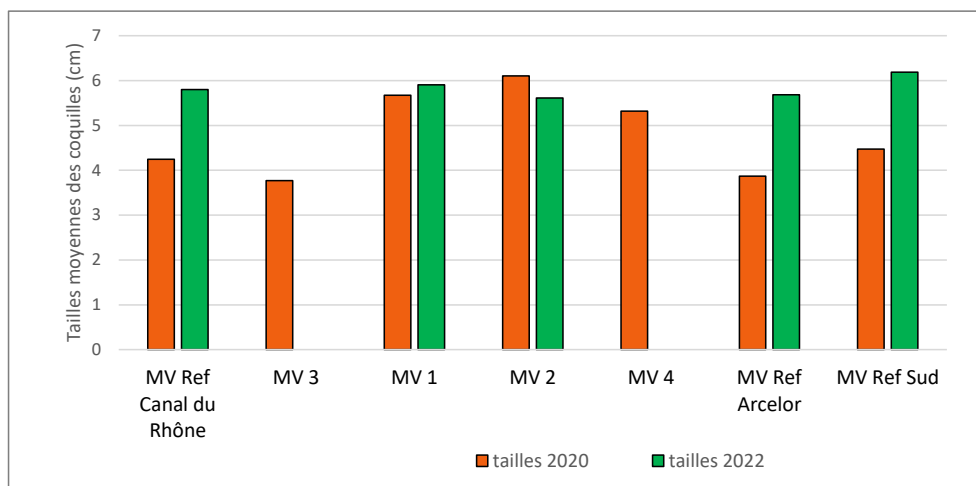


Figure 59. Tailles moyennes des coquilles de moules en 2020 et 2022

Les tailles moyennes des coquilles de moules pour les stations MV1 et MV2 sont très similaires en 2023 et 2020 alors qu'on observe une augmentation de la taille des coquilles pour les trois stations de référence entre 2020 et 2023.

L'indice de condition n'avait pas pu être effectué pour chacune des stations en 2018, seule une présentation d'une valeur moyenne était pertinente. Ce résultat montrait une valeur plus importante pour l'année 2018. Les valeurs moyennes trouvées pour 2014, 2016 et 2020 sont similaires sur toutes les stations. Sur le suivi 2022, on observe une légère diminution de l'indice de condition moyen due aux faibles valeurs des indices des stations MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud. En effet, les tailles moyennes des coquilles de ces stations sont assez élevées comparé aux poids moyens des chairs des moules. Ces résultats sont sûrement dus à la saison de prélèvements, qui, pour des raisons contextuelles, n'ont pas pu être effectués en fin de saison estivale (septembre) mais l'ont été en saison hivernale (février), période où les moules sont moins charnues.

3.3.3 Métaux traces

3.3.3.1 Résultats 2022-23

Les concentrations en métaux traces dans les échantillons de moules prélevés en 2023 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Il s'agit des données brutes non ajustées par l'indice de condition. Les variables utilisées dans les formules d'ajustement sont issues des courbes de régression linéaire mettant en relation les concentrations des différents contaminants et les indices de condition relevés sur l'ensemble de la façade maritime.

Les formules d'ajustement disponibles sont issues de la campagne RINBIO de 2009. Ces données datant de plusieurs années, il ne paraît pas judicieux de les appliquer aux valeurs mesurées au cours du suivi.

Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône	MV3	MV2	MV1	MV4	MV Ref Arcélor	MV Ref Sud
Aluminium	26,98		29,48	22,94		31,31	24,48
Arsenic	1,63		2,25	2,01		1,89	1,87
Cadmium	0,05		0,06	0,07		0,06	0,06
Chrome	0,33		0,33	0,33		0,33	0,33
Cuivre	0,88		1,25	0,98		0,94	0,88
Etain	0,67		0,67	0,67		0,67	0,67
Fer	59,69		82,57	59,62		88,73	64,18
Manganèse	3,23		3,71	2,85		2,78	3,79
Mercure	0,02		0,02	0,02		0,02	0,02
Nickel	0,33		0,33	0,33		0,33	0,33
Plomb	0,16		0,68	0,48		0,34	0,34
Zinc	18,27		35,54	50,66		36,00	31,80

Tableau 23. Concentrations métalliques dans les moules en 2022 classées selon les seuils RINBIO 2009

Selon les seuils définis par le RINBIO en 2009 (Ifremer), les moules prélevées dans la zone d'étude en 2023 présentent des concentrations relativement faibles en métaux. Contrairement aux mesures effectuées sur les sédiments, celles faites sur les moules ne montrent pas de contamination au droit du rejet.

3.3.3.2 Comparaison avec les suivis précédents

Les concentrations en métaux traces dans les échantillons de moules prélevés depuis 2010 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le code couleur correspondant aux seuils RINBIO 2009 y est appliqué.



Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône							MV3						
	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Aluminium	11	11	525	86,3	48	22,85	26,98	24	12	240	65,4	63	11,81	
Arsenic	9	1,9	7,6	10,4	2,4	1,69	1,63	2,2	2,3	8,7	10,3	2,6	2,43	
Cadmium	1,4	0,06	0,24	0,38	0,07	0,05	0,05	0,21	0,05	0,22	0,27	0,08	0,05	
Chrome	0,81	<0,5	1,05	<1	0,14	<0,333	0,33	4,1	<0,5	0,79	<1	0,36	<0,333	
Cuivre	1,6	1,1	4,5	4,4	0,9	1,06	0,88	3,3	0,92	3,9	3,7	0,8	0,69	
Etain	<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	0,67	<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	
Fer	1,2	38	400	253	38	48,35	59,69	3,7	36	240	181	54	29,67	
Manganèse	<0,5	3,1	11	12,6	2,5	3,38	3,23	<0,5	2,7	8,1	13,5	5,7	2,54	
Mercur	0,046	0,01	0,05	0,05	<0,005 *	<0,02	0,02	0,048	<0,01	0,04	0,04	0,007	<0,02	
Nickel	1	<0,5	1,03	<1	0,2	<0,333	<0,333	1,3	<0,5	0,96	<1	0,2	<0,333	
Plomb	0,47	<0,5	0,67	<1	0,09	0,10	0,16	0,96	0,58	<1	<1	0,17	0,12	
Zinc	1,7	19	100	97,7	19	16,64	18,27	5	35	130	120	27	22,61	

Métaux (mg/kg de MS)	MV2							MV1						
	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Aluminium	16	15	176	61,3	61	19,25	29,48	760	12	358	76,3	88	10,65	22,94
Arsenic	12	1,9	8	10,9	3,1	2,03	2,25	15	2	8,8	10,3	2,6	2,20	2,01
Cadmium	0,28	<0,05	0,18	0,24	0,1	0,04	0,06	0,28	<0,05	0,24	0,21	0,07	0,04	0,07
Chrome	2,2	<0,5	0,88	<1	0,29	<0,333	0,33	18	<0,5	1,46	1	0,37	<0,333	0,33
Cuivre	3,5	0,82	3,6	3,7	0,9	0,81	1,25	7,8	0,99	5	4,2	0,9	0,76	0,98
Etain	0,24	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	0,67	0,14	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	0,67
Fer	5,4	47	220	180	51	44,61	82,57	720	62	340	223	81	27,26	59,62
Manganèse	<0,5	2,8	9,3	21,6	10	3,04	3,71	40,9	6,4	11	12,5	7,9	3,15	2,85
Mercur	0,06	<0,01	0,05	0,04	0,008	<0,02	0,02	0,045	<0,01	0,06	0,04	<0,005 *	<0,02	0,02
Nickel	1,7	<0,5	0,96	<1	<0,1 *	<0,333	0,33	3,1	<0,5	1,39	1,06	0,2	<0,333	0,33
Plomb	3,6	1,7	1,13	2,25	0,39	0,22	0,68	1,4	1,7	3,09	3	0,37	0,19	0,48
Zinc	8,5	57	140	163	44	42,20	35,54	150	45	160	164	29	28,94	50,66

Métaux (mg/kg de MS)	MV4							MV Ref Arcelor						
	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Aluminium	15	3,2	118	72,9	79	20,93		31	13	183	81,8	75	22,68	31,31
Arsenic	10	2,5	8,3	10	2,3	2,23		12	2,5	9	11	2,5	1,96	1,89
Cadmium	0,21	0,05	0,18	0,27	0,09	0,05		0,24	0,08	0,26	0,25	0,07	0,04	0,06
Chrome	1,1	<0,5	0,94	<1	0,33	<0,333		1,4	<0,5	0,75	1,12	0,32	<0,333	0,33
Cuivre	3,4	0,72	2,9	3,7	0,8	0,73		3,1	0,8	3,6	3,9	0,7	0,90	0,94
Etain	<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667		<0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	0,67
Fer	2,5	20	150	181	61	39,44		4,9	57	260	210	66	53,33	88,73
Manganèse	<0,5	2,2	6,7	13,5	6,8	5,37		<0,5	2,7	8,1	10,5	2,7	3,66	2,78
Mercur	0,047	0,01	0,04	0,04	0,009	<0,02		0,062	0,01	0,07	0,06	0,009	<0,02	0,02
Nickel	1	<0,5	0,55	<1	0,2	<0,333		1,6	<0,5	0,89	<1	0,2	<0,333	0,33
Plomb	0,98	0,85	0,52	<1	0,23	0,14		0,91	<0,5	1	<1	0,18	0,15	0,34
Zinc	5	48	98	120	24	23,18		4,9	33	150	132	24	19,39	36,00

Métaux (mg/kg de MS)	MV Ref Sud						
	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Année	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Aluminium	3800	22	266	109	120	35,40	24,48
Arsenic	15	2,6	8	10,8	3,1	1,80	1,87
Cadmium	0,5	0,1	0,22	0,36	0,09	0,05	0,06
Chrome	19	<0,5	0,87	1,12	0,36	<0,333	0,33
Cuivre	6,5	0,89	2,8	4	1,1	0,78	0,88
Etain	0,1	<0,5	-	<1	<0,2 *	<0,667	0,67
Fer	5600	73	280	301	94	73,43	64,18
Manganèse	109	3,1	8,2	12,6	4,8	3,63	3,79
Mercur	0,072	0,01	0,05	0,05	<0,005 *	<0,02	0,02
Nickel	13	<0,5	0,72	<1	0,3	<0,333	0,33
Plomb	3	0,53	1,23	1,68	0,28	0,27	0,34
Zinc	120	48	130	118	25	16,89	31,80

Tableau 24 : Concentrations métalliques dans les moules de 2010 à 2023

3.3.3.2.1. Aluminium

Le suivi 2022 indique des concentrations légèrement plus élevées que les valeurs de 2020 sur l'ensemble des stations. Les valeurs sont très proches les unes des autres sur toute la zone d'étude. Les stations présentant les valeurs les plus élevées sont MV2 (29 mg/kg de MS) et MV Ref Arcelor (31 mg/kg de MS).

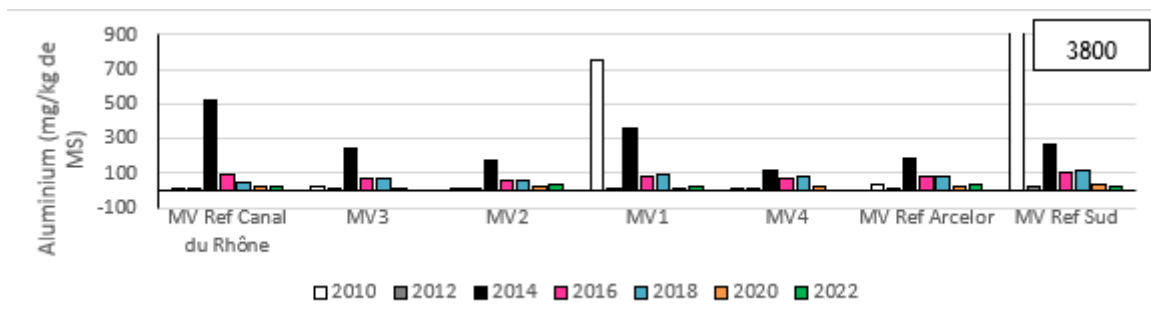


Figure 60. Concentration en aluminium dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

Les concentrations en aluminium mesurées dans les moules prélevées en sortie de rejet ne sont pas significativement différentes de celles mesurées au niveau des autres stations de la darse. Le rejet n'a pas d'effet significatif en 2023 sur la contamination en aluminium des moules.



3.3.3.2.2. Arsenic

Les concentrations en Arsenic ont largement augmenté entre 2012 et 2014. En 2016, une augmentation était également mesurée sur l'ensemble des stations. En 2018, 2020 puis 2023 les valeurs ont tendance à se stabiliser à un niveau de contamination plus faible.

Les concentrations mesurées sont relativement équivalentes entre les stations et sont comprises entre 1,6 et 2,3 mg/kg de MS.

Toutes les valeurs sont inférieures au niveau de base RINBIO 2009.

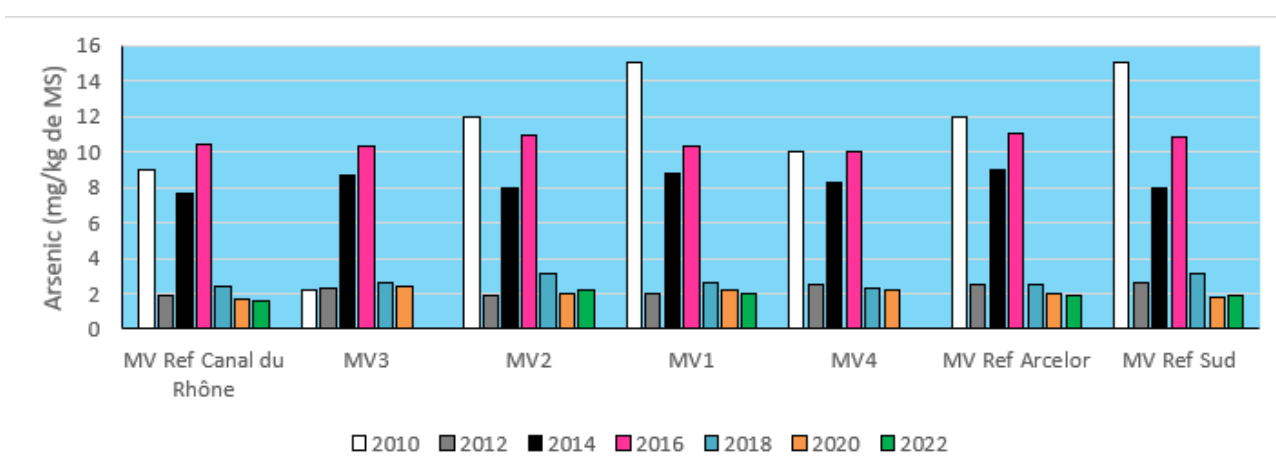


Figure 61. Concentration en arsenic dans les moules de 2010 à 2022 (Safège, In Vivo, setec)

Les concentrations d'arsenic dans les moules avaient fortement diminué sur l'ensemble des stations entre 2016 et 2020, cette tendance se constate une nouvelle fois entre 2020 et 2023 et elles sont inférieures au seuil le plus bas du référentiel RINBIO de 2009.

Les stations MV1 et MV2, situées à la sortie du rejet, ne se démarquent pas des autres par des concentrations plus élevées. Le rejet ASCOMETAL ne doit pas être la seule source potentielle de la contamination en arsenic.

3.3.3.2.3. Cadmium

Les concentrations en cadmium mesurées dans les moules en 2023 sont comprises entre **0,05 et 0,07 mg/kg de MS**. Elles avaient tendance à diminuer depuis 2016 mais on observe une légère augmentation en 2023.

Toutes les valeurs sont inférieures au niveau de base RINBIO 2009.

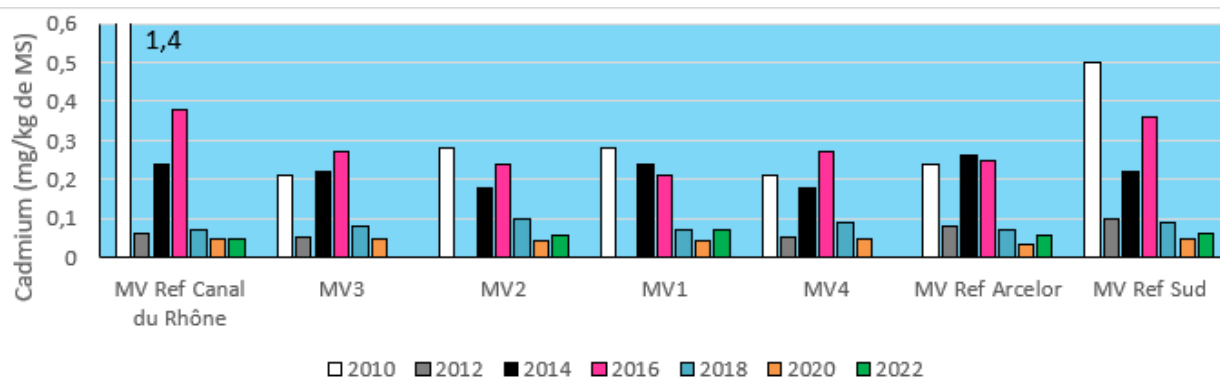


Figure 62. Concentration en cadmium dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

Les valeurs de cadmium mesurées en 2023 sont relativement faibles malgré une légère augmentation depuis 2020.

Une forte diminution était à noter en 2018 avec les valeurs de 2016. Cependant, les mesures effectuées sur les sédiments montrent la présence de cet élément en concentration plus élevée en sortie de rejet notamment en station SB1.

Dans ce contexte, l'influence du rejet sur la contamination en cadmium des moules ne semble pas significative, c'est-à-dire en termes de pollution lente et diffuse. L'ensemble de la zone d'étude apparaît contaminé à des niveaux relativement équivalents.



3.3.3.2.4. Chrome

En 2012, les concentrations en Chrome étaient toutes inférieures à la limite de quantification $<0,5 \text{ mg/kg de MS}$. Les valeurs mesurées en 2014 étaient plus élevées sur toutes les stations avec une valeur maximale au droit du rejet (station MV1). En 2016, trois stations présentaient des niveaux de concentration en chrome supérieurs à la limite de quantification : MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud.

En 2018, le chrome avait été détecté sur toutes les stations, mais en concentrations plus faibles que les années précédentes.

En 2020 et 2023 les concentrations sont de nouveau en dessous des limites de quantification de $<0,333 \text{ mg/kg de MS}$.

Leurs contaminations sont définies comme des niveaux de base selon la grille de lecture du RINBIO 2009.

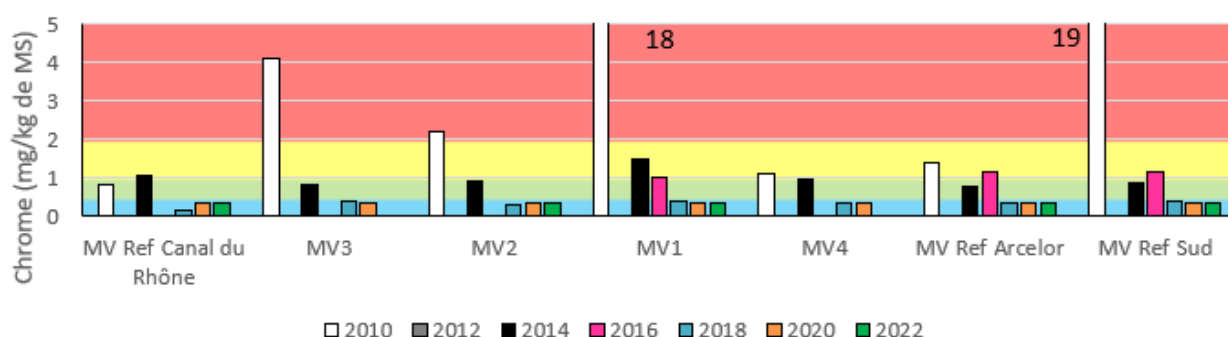


Figure 63. Concentration en chrome dans les moules de 2010 à 2022 (Safège, In Vivo, setec)

Les moules présentant une infime concentration en chrome décelable par les analyses sont situées au niveau de toutes les stations. Le niveau de contamination des moules récoltées en sortie de rejet a diminué entre 2014 et 2023.

Les analyses menées sur les sédiments indiquent cependant une contamination en chrome au droit du rejet.

Comme pour les éléments précédents, les concentrations différentes retrouvées dans le sédiment et les moules peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des bio-indicateurs et mettent en évidence des pollutions plutôt chroniques ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode ponctuel de pollution.

3.3.3.2.5. Cuivre

Les concentrations en Cuivre mesurées en 2023 sont relativement équivalentes aux valeurs de 2012, 2018 et 2020 et bien inférieures aux valeurs de 2010, 2014 et 2016.

Les concentrations sont comprises entre **0,88 et 1,25 mg/kg de MS**. Ces valeurs sont inférieures au niveau de contamination de « base » selon le référentiel RINBIO de 2009.

La contamination des moules en cuivre a légèrement augmenté pour toutes les stations excepté MV Ref Canal du Rhône entre 2020 et 2023.

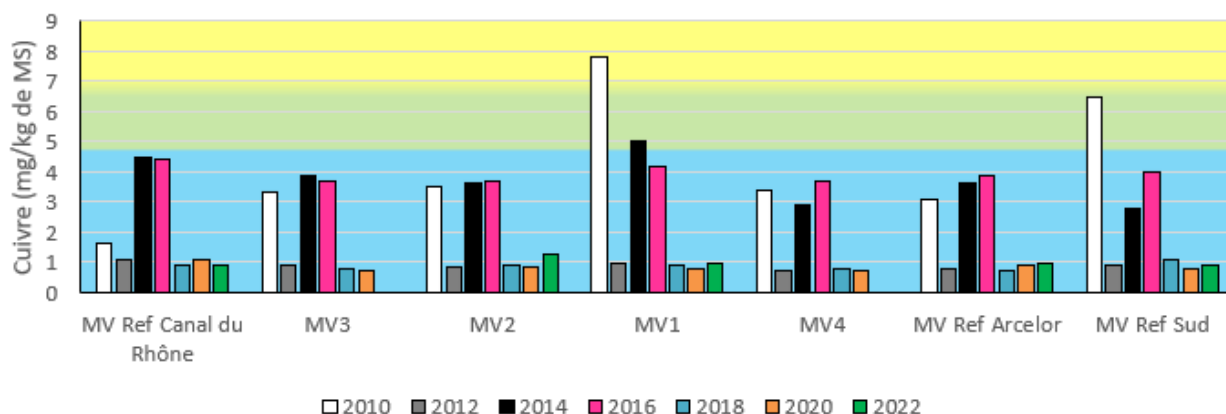


Figure 64. Concentration en cuivre dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

Les écarts sont faibles entre les valeurs sur les stations indiquant une contamination généralisée de la zone d'étude. Les niveaux de concentration sont faibles au regard des critères de l'Ifremer de 2009.

3.3.3.2.6. Étain

Les concentrations en Etain sont toutes inférieures à la limite de quantification depuis 2012 (**<0,667 mg/kg de MS**).



3.3.3.2.7. Fer

Les concentrations en Fer mesurées en 2023 sont plutôt faibles et quasi équivalentes à celles relevées en 2012, 2018 et 2020. Ces concentrations sont comprises entre **59,6 mg/kg de MS** au point MV1 et **88,7 mg/kg de MS** au point MV Ref Arcelor.

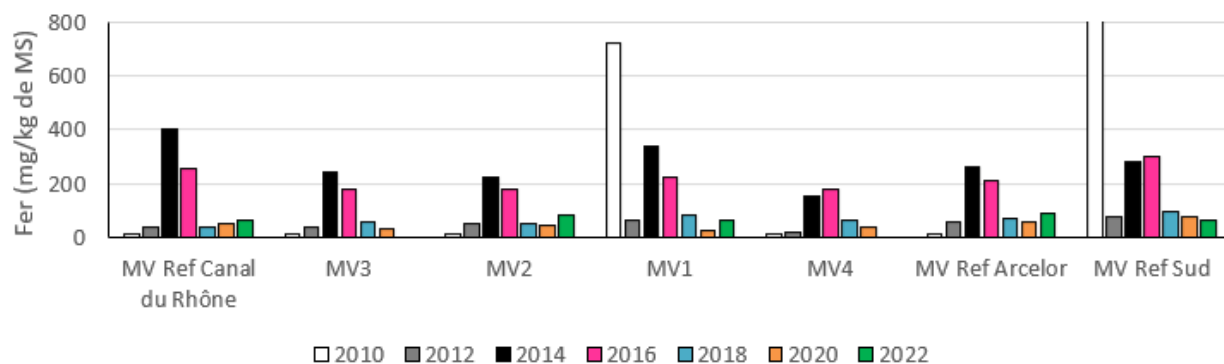


Figure 65. Concentration en fer dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

En 2023, la contamination en fer n'est plus légèrement marquée à la sortie du rejet comme les années précédentes. Néanmoins, la contamination en fer des moules de la darse est légèrement plus élevée qu'en 2020.

3.3.3.2.8. Manganèse

Les concentrations en manganèse mesurées étaient en augmentation constante depuis 2012. Les relevés effectués en 2018 montraient une nette baisse au niveau des stations. En 2020, une nouvelle baisse, bien que plus légère, a été observée. Les valeurs de 2023 sont très semblables à celles de 2020, elles varient de **2,78 mg/kg de MS** (station MV Ref Arcelor) à **3,79 mg/kg de MS** (station MV Ref Sud).

Les moules récoltées au niveau du droit du rejet (MV2) présentaient d'ailleurs en 2016 les concentrations en manganèse les plus élevées depuis 2012 avec **21,6 mg/kg de MS**.

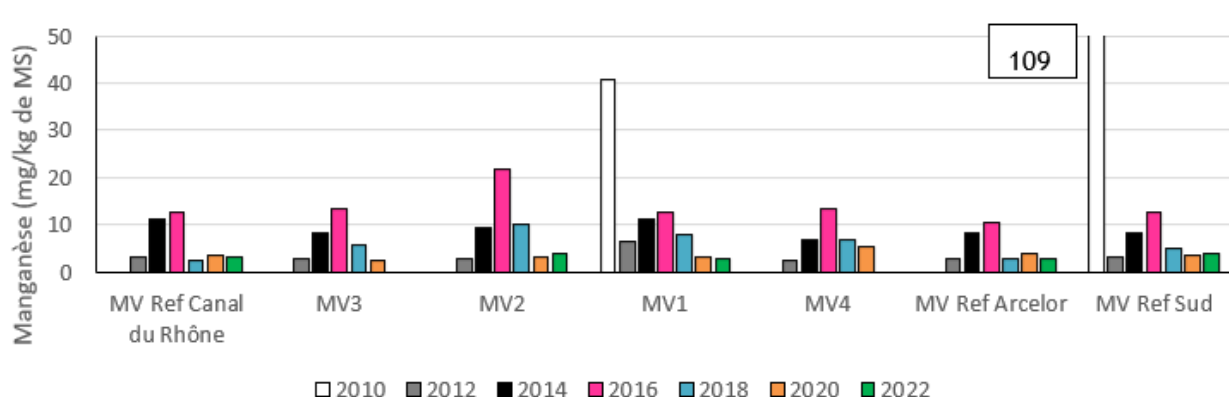


Figure 66. Concentration en manganèse dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

Les concentrations en manganèse mesurées dans les moules en 2023 sont faibles, semblables à celles de 2020. La valeur maximale est relevée au niveau de la station MV Ref Sud.



3.3.3.2.9. Mercur

Comme pour l'année 2020, les concentrations en Mercure mesurées en 2023 sont toutes inférieures aux limites de quantification de $<0,02 \text{ mg/kg de MS}$, lors du suivi de 2012, elles étaient toutes inférieures ou égales à la limite de quantification $<0,01 \text{ mg/kg de MS}$.

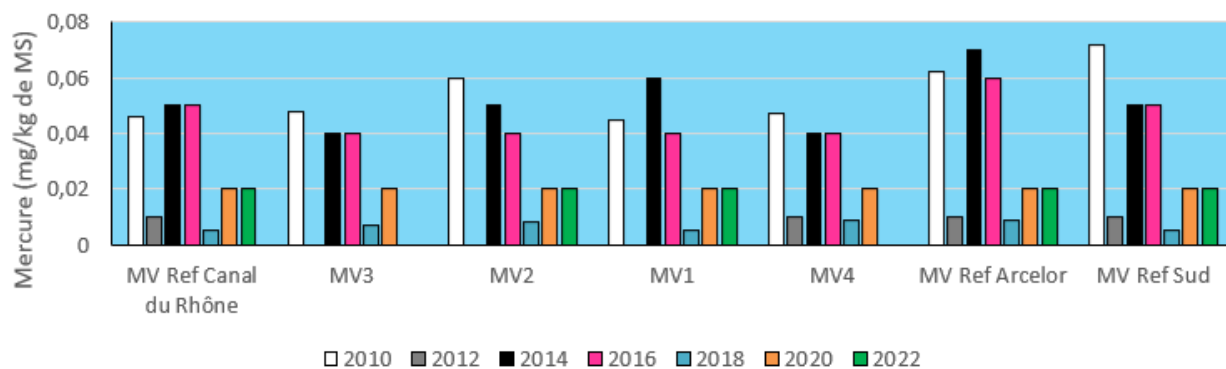


Figure 67. Concentration en mercure dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

Les valeurs mesurées dans la darse restent proches les unes des autres et correspondent au niveau de base définie par le RINBIO en 2009.

Aucune contamination en mercure liée au rejet n'est observée en 2023 dans les moules.

3.3.3.2.10. Nickel

Les concentrations en Nickel en 2012 étaient toutes inférieures à la limite de quantification **<0,5 mg/kg de MS**.

En 2014, les valeurs étaient supérieures à la limite de quantification. Elles étaient relativement équivalentes et atteignent un maximum au droit du rejet, en MV1. En 2016, la seule station dont les moules présentait un niveau de contamination supérieur au seuil de quantification est la station MV1 avec **1,06 mg/kg de MS**. En 2018, toutes les stations présentaient une valeur au-dessus du seuil excepté la station MV2, mais ces valeurs restaient très faibles. En 2020 et 2023 toutes les valeurs sont inférieures au seuil de quantification de **<0,333 mg/kg de MS**.

Ces valeurs correspondent à un niveau de base de contamination au regard des seuils RINBIO 2009.

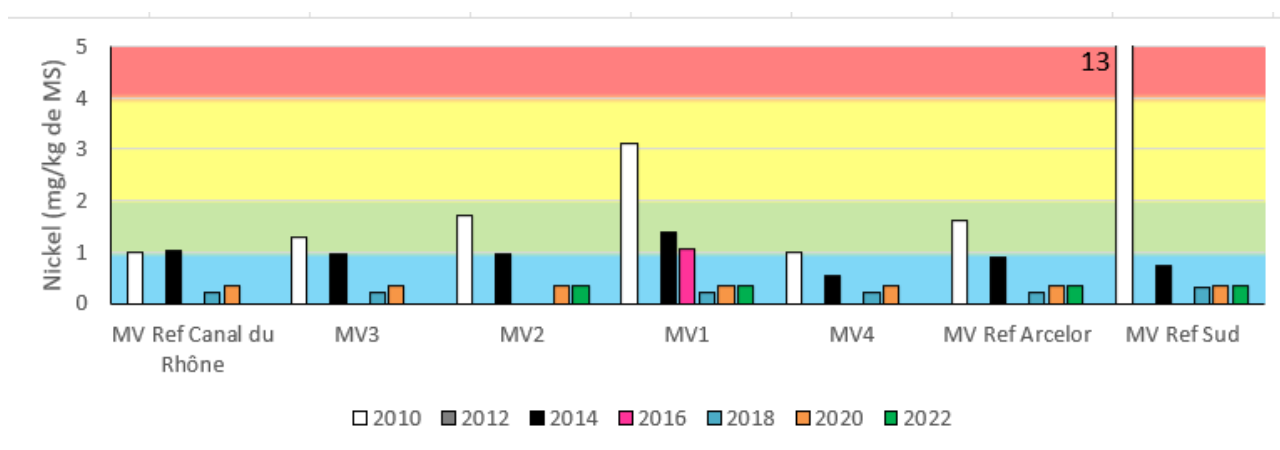


Figure 68. Concentration en nickel dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

La contamination en nickel avait diminué sur l'ensemble de la darse en 2016 par rapport à son niveau de 2014. Les valeurs de 2018, bien que présentes sur toutes les stations (excepté la station MV2) étaient très faibles. Cette observation est valable pour le suivi 2022 car toutes les stations présentent des valeurs en dessous du seuil de quantification **<0,333 mg/kg de MS**.

Ces concentrations sont au niveau de base selon les seuils définis par Ifremer en 2009. Le rejet n'a pas un impact significatif sur la contamination de la darse aux vues des résultats des analyses de moules (et donc au regard de la bio-accumulation).



3.3.3.2.11. Plomb

Entre 2012 et 2014, les concentrations en Plomb avaient augmenté au niveau des stations MV Ref Canal du Rhône, MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud. Elles avaient au contraire diminué dans les moules prélevées au niveau des stations MV2 et MV4.

En 2016, trois stations présentaient des concentrations en plomb décelables par les analyses : MV2, MV1 et MV Ref Sud. Une forte augmentation était observée au niveau de la station MV2 entre 2014 et 2016.

En 2018 les concentrations avaient été détectées sur toutes les stations, mais les valeurs étaient bien plus faibles que les autres années. En 2020, les valeurs avaient encore légèrement diminué.

En 2023, on observe une augmentation des concentrations depuis 2020, notamment aux stations MV1 et MV2, les valeurs allant de 0,16 mg/kg de MS (MV Ref Canal du Rhône) à 0,68 mg/kg de MS (MV2).

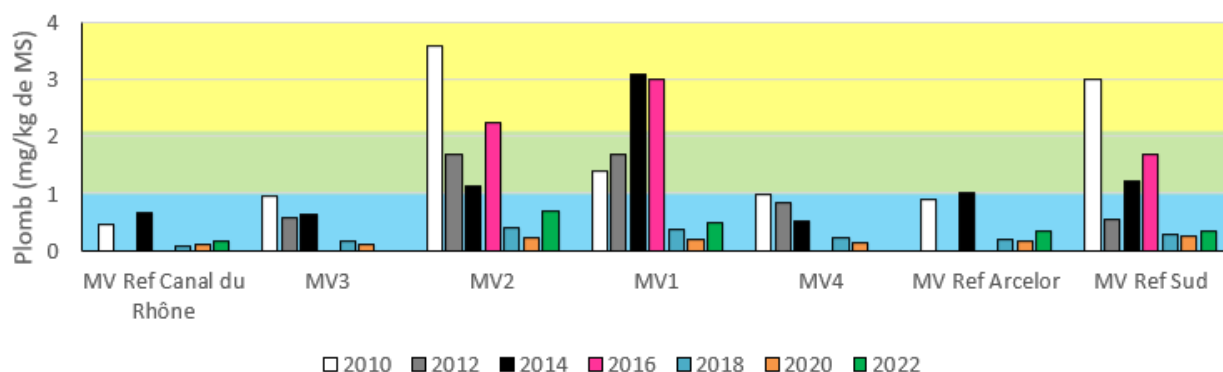


Figure 69. Concentration en plomb dans les moules de 2010 à 2022 (Safège, In Vivo, setec)

Les concentrations mesurées en 2023 au niveau des stations correspondent à un niveau de contamination « de base » selon les seuils RINBIO 2009.

En 2023, les valeurs sur l'ensemble des stations restent très faibles avec des valeurs légèrement plus élevées en sortie de rejet.

La contamination des sédiments en plomb était néanmoins élevée en sortie de rejet entre 2010 et 2016. Il est ainsi possible que le rejet contribue de manière significative à la contamination en plomb de la darse en 2018, comme les autres années, mais sur une durée plus courte d'où l'absence de bio-accumulation par les moules.

3.3.3.2.12. Zinc

Les concentrations en Zinc avaient augmenté sur l'ensemble des stations de la darse en 2014 par rapport à leurs niveaux de 2012. Les relevés effectués en 2016 indiquaient que ces concentrations avaient augmenté ou étaient maintenues par rapport au dernier suivi.

Depuis 2018, les résultats sont bien moins importants que ceux des années 2014 et 2016 avec une légère augmentation en 2023 pour la station MV1 au niveau du droit de rejet et les deux stations de référence MV Ref Arcelor et MV Ref Sud. La concentration maximale est en effet mesurée à la station MV1 à **50.6 mg/kg** de MS.

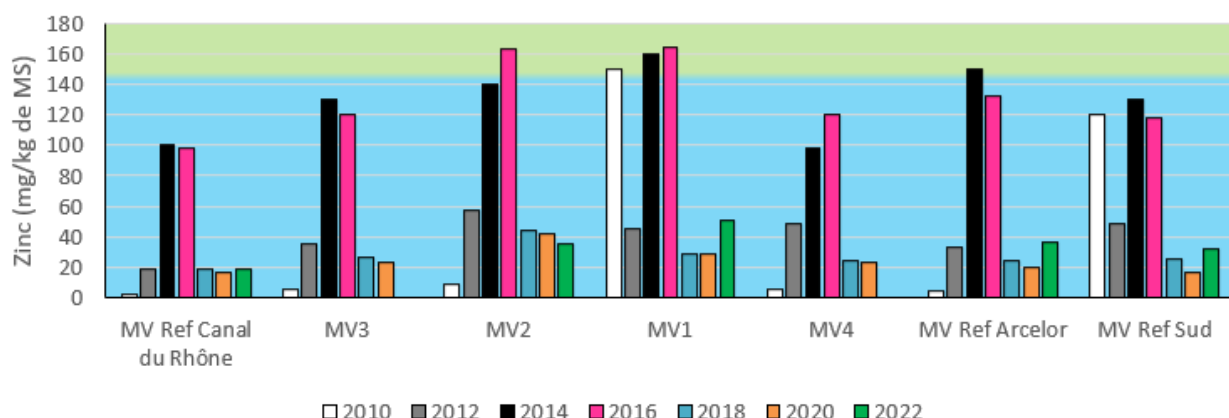


Figure 70. Concentration en zinc dans les moules de 2010 à 2022 (Safege, In Vivo, setec)

La concentration en zinc dans les moules de la darse a tendance à diminuer depuis 2018, une légère augmentation est tout de même observée en 2023 notamment à la station MV1 située à la sortie du rejet. Ces données indiquent que le rejet contribue potentiellement à la contamination en zinc depuis 2014.



3.3.4 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et Hydrocarbures Totaux

Les concentrations en HAP dans les échantillons de moules prélevés depuis 2012 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Toutes les concentrations mesurées en 2010 étaient inférieures aux limites de quantification.

HAP (mg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône						MV3						MV1						MV2					
Année	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Acénaphène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03		<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,03
Acénaphthylène	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03		<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,03
Anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	0.02
Benzo(a)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	0.006	<1 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	0.01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	0.061
Benzo(a)pyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.02
Benzo(b)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	0.009	0.5	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	0.5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.012
Benzo(ghi)peryène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.078
Benzo(k)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0.5	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	0.7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.065
Chrysène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	0.008	<0.5 *	<0,01		0.02	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.012	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.029
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01
Fluoranthène	<0,01	0.011	<0,005	<1 *	<0,01	0.012	0.02	0.006	0.017	<1 *	<0,01		0.02	0.009	<0,005	<1 *	<0,01	0.018	0.02	0.015	<0,005	<1 *	<0,01	0.105
Fluorène	<0,01	0.022	<0,005	<1 *	<0,03	<0,03	<0,01	0.009	<0,005	<1 *	<0,03		<0,01	0.012	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,01	0.009	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01
Indénopyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.01
Naphtalène	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,05	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05		<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01
Phénanthrène	0.02	0.014	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	0.03	0.022	0.014	<1 *	<0,01		0.03	0.032	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	0.02	0.036	<0,005	<1 *	<0,01	0.018
Pyrène	<0,01	0.013	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	0.02	0.009	0.018	<0.5 *	<0,01		0.02	0.013	<0,005	0.5	<0,01	<0,05	0.02	0.015	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,05
Somme des 16 HAP	0.02	0.06	-	-	-	0.012	0.07	0.046	0.072	-	-		0.09	0.066	-	-	-	0.04	0.06	0.075	-	-	-	0.418
Indice Hydrocarbure	-	<100	<100	Non calcula	47	95	-	<100	<100	1	39		-	224	<100	1.7	44	365	-	<100	<100	Non calcula	56	470



HAP (mg/kg de MS)	MV4						MV Ref Arcélor						MV Ref Sud					
année	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Acénaphène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03		<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,03	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,03	<0,03
Acénaphthylène	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03		<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,03	<0,03
Anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01
Benzo(a)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<1 *	<0,01	0.012
Benzo(a)pyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	0.8	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.014
Benzo(b)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	0.5	<0,01	0.015	<0,01	<0,005	<0,005	0.6	<0,01	0.012
Benzo(ghi)pérylène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranthène	<0,01	<0,005	<0,005	0.7	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	1.7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	0.8	<0,01	<0,01
Chrysène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		0.02	<0,005	<0,005	0.5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	0.012
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01
Fluoranthène	0.02	0.029	<0,005	<1 *	<0,01		0.02	0.009	<0,005	<1 *	0.01	0.019	0.02	0.017	<0,005	<1 *	<0,01	0.017
Fluorène	<0,01	0.04	<0,005	<1 *	<0,03		<0,01	0.018	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01	<0,01	0.028	<0,005	<1 *	<0,03	<0,01
Indénopyrène	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01		<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,01
Naphtalène	<0,01	0.12	<0,1	<1 *	<0,05		<0,01	<0,1	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01	<0,01	0.12	<0,1	<1 *	<0,05	<0,01
Phénanthrène	0.02	0.069	0.006	<1 *	<0,01		0.02	0.04	<0,005	<1 *	<0,01	0.014	0.02	0.049	<0,005	<1 *	<0,01	<0,01
Pyrène	0.02	0.036	<0,005	<0.5 *	<0,01		0.02	0.012	<0,005	1	0.02	0.05	<0,01	0.022	<0,005	<0.5 *	<0,01	<0,05
Somme des 16 HAP	0.06	0.294	0.006	-	-		0.08	0.079	-	-	0.03	0.098	0.04	0.236	-	-	-	0.067
Indice Hydrocarbure	-	<100	<100	0.7	49		-	<100	<100	5.2	76	125	-	<100	<100	2	40	145

Tableau 25. Concentrations en hydrocarbures mesurées dans les moules depuis 2012



Les concentrations en HAPs étaient assez élevées en 2014 dans les chairs des moules de toutes les stations qu'elles soient de référence ou proches du droit de rejet avec une somme maximale des 16 HAPs analysés égale à 0.294 mg/kg MS pour la station MV4 dont la concentration en Naphtalène était particulièrement élevée, comme pour la station MV Ref Sud. Le Fluoranthène, le Fluorène, le Phénanthrène et le Pyrène étaient également détectés pour toutes les stations en concentrations plus ou moins importantes. En 2016 jusqu'en 2020, on observe une diminution de ces concentrations pour toutes les stations.

Les données de 2023 révèlent une augmentation des concentrations en HAPs dans les chairs des moules à des niveaux de concentration équivalents à ceux de 2014, la station MV2 présentant une concentration totale en HAP particulièrement importante (0.418 mg/kg MS). En effet, 10 des 16 HAPs analysés ont été mesurés en quantité suffisante sur cette station dont le Benzo(a)anthracène à 0.061 mg/kg MS, le Benzo(ghi)pérylène à 0.078 mg/kg MS, le Benzo(k)fluoranthène à 0.065 mg/kg MS et le Fluoranthène à 0.105 mg/kg MS.

D'après l'INERIS, le pyrène est utilisé pour la fabrication de teintures, dans la synthèse de substances utilisées en optique pour leur brillance, et comme additif dans les huiles d'isolation électrique. Le pyrène est également présent dans les combustibles fossiles. Il est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion incomplète de charbon et de produits pétroliers : huile, essence, fioul. Le pyrène est aussi présent dans le goudron des revêtements routiers. La production d'aluminium, de fer et d'acier, les fonderies, la combustion de déchets et la fumée de tabac constituent également des sources d'exposition de l'environnement au pyrène.

La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les moules a eu tendance à diminuer depuis le suivi de 2014 jusqu'en 2020 mais les analyses du suivi 2022 révèlent une augmentation de ces concentrations à un niveau proche de celui de 2014.

Cette année, les moules de la station MV2 située proche du droit de rejet sont particulièrement plus contaminées, avec des concentrations assez élevées en Benzo(a)anthracène, Benzo(ghi)pérylène, Benzo(k)fluoranthène et Fluoranthène notamment.

Les éléments mesurés proviennent des goudrons et d'une mauvaise combustion des hydrocarbures. Toutefois, l'INERIS identifie l'activité sidérurgique comme une source potentielle d'apport de ces HAPs à l'environnement.

3.3.5 Les polychlorobiphényles (PCB)

Le suivi 2012 montrait des concentrations en PCB inférieures ou proches de la limite de quantification (10 µg/kg de MS) pour la plupart des éléments. En 2014, les limites de quantification ont été abaissées à 5 µg/kg de MS. Les concentrations en PCB dans les moules prélevées en 2010 étaient inférieures ou proches de la limite de quantification (1 µg/kg de MS). En 2020 et 2023, les limites de quantifications du laboratoire sont de 10 µg/kg de MS.

PCB (µg/kg de MS)	MV Ref Canal du Rhône						MV3						MV2						MV1					
Année	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022
PCB 101	<10	11	<5	1,82	<10	<10	<10	12	6	1,41	<10		<10	17	5	1,53	<10	13	<10	16	5	1,62	<10	<10
PCB 118	<10	6	<5	0,908	<10	<10	<10	5	<5	0,604	<10		<10	8	<5	0,749	<10	<10	<10	9	<5	0,778	<10	<10
PCB 138	20	23	11	3,74	20	<10	20	16	14	2,99	30		20	38	12	3,58	30	49	20	39	13	3,58	20	<10
PCB 153	30	23	18	7,17	30	<10	30	43	26	6,08	40		30	59	21	6,76	40	74	30	66	21	6,6	40	12
PCB 180	<10	<5	<5	0,863	<10	<10	<10	5	<5	0,504	<10		<10	9	<5	0,64	<10	12	<10	10	<5	0,738	<10	<10
PCB 28	<10	<5	<5	< 0.328	<10	<10	<10	<5	<5	< 0.305	<10		<10	<5	<5	< 0.330	<10	<10	<10	<5	<5	< 0.315	<10	<10
PCB 52	<10	<5	<5	0,41	<10	<10	<10	<5	<5	< 0.305	<10		<10	<5	<5	< 0.330	<10	<10	<10	<5	<5	< 0.315	<10	<10
Somme 7 PCB	50	82	29	14,5	50	<10	50	81	46	11,59	70		50	130	38	13,26	70	148	50	139	36	13,32	60	12

PCB (µg/kg de MS)	MV4						MV Ref Arcelor						MV Ref Sud					
Année	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2012	2014	2016	2018	2020	2022
PCB 101	<10	14	6	1,24	<10		<10	11	<5	1,11	<10	<10	<10	9	<5	0,948	<10	<10
PCB 118	<10	6	<5	0,614	<10		<10	6	<5	0,65	<10	<10	<10	<5	<5	0,409	<10	<10
PCB 138	20	30	14	2,85	20		20	28	11	3,31	20	<10	20	22	10	1,81	20	<10
PCB 153	30	30	25	5,41	30		20	28	18	5,75	30	11	20	22	16	3,75	30	<10
PCB 180	<10	7	<5	0,541	<10		<10	6	<5	0,76	<10	<10	<10	<5	<5	0,366	<10	<10
PCB 28	<10	<5	<5	< 0.310	<10		<10	<5	<5	< 0.287	<10	<10	<10	<5	<5	< 0.301	<10	<10
PCB 52	<10	<5	<5	< 0.310	<10		<10	<5	<5	< 0.287	<10	<10	<10	<5	<5	< 0.301	<10	<10
Somme 7 PCB	50	109	46	10,66	50		40	96	29	11,58	50	11	40	64	26	7,283	50	<10

Tableau 26. Concentration en polychlorobiphényles (PCB) dans les moules de 2012 à 2022

En 2023 comme pour les suivis précédents, les PCBs majoritaires étaient les congénères 138 et 153. L'ensemble des concentrations en PCB des moules prélevées dans la darse avait significativement diminué entre 2016 et 2018. A la lecture des résultats de l'année 2020, les valeurs de 2018 semblent avoir été biaisées par les analyses en laboratoire. Les résultats de 2023 sont en cohérence avec les précédents suivis (2010 à 2016).

Le tableau ci-dessous indique les différents niveaux de contamination.

Niveau de contamination	Niveaux de base	Niveaux faibles	Niveaux modérés	Niveaux élevés	Niveaux très élevés
Somme des PCBs (µg/kg de MS)	6,7	14,43	22,16	29,9	>29,9

Tableau 27. Limites supérieures des classes de qualité calculées pour les données RINBIO de 2009 (IFREMER).



En 2023, toutes les stations analysées présentent un niveau de contamination de base à l'exception de la station MV2 située à proximité du droit de rejet dont le niveau de contamination est très élevé avec une somme des 7 PCB atteignant 148 $\mu\text{g/kg}$ de MS ; concentration la plus élevée jamais mesurée pour cette station depuis le début des suivis.

Les figures suivantes présentent l'évolution des concentrations des congénères 138 et 153 qui demeurent majoritaires ainsi que la somme des 7 PCB au sein de la matière vivante.

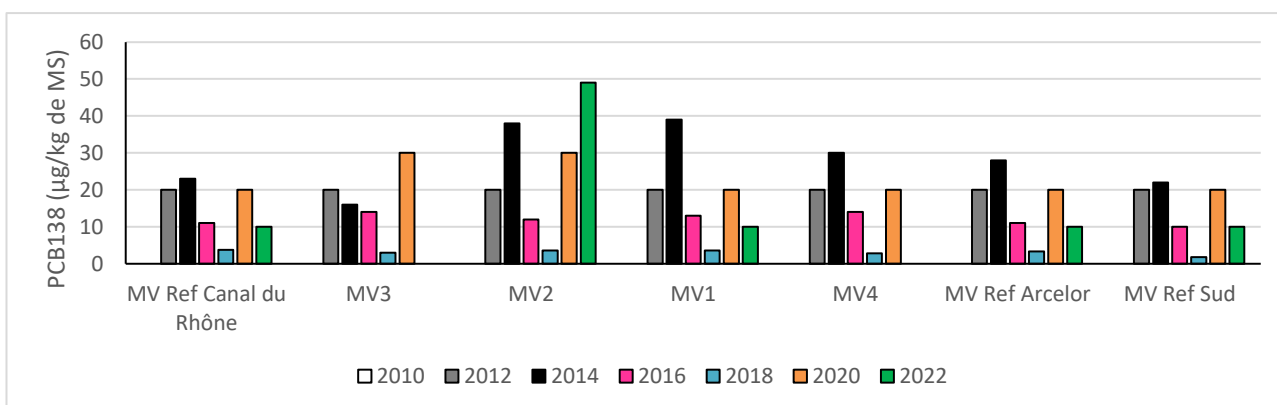


Figure 71. Concentration en PCB 138 dans les moules entre 2010 et 2022

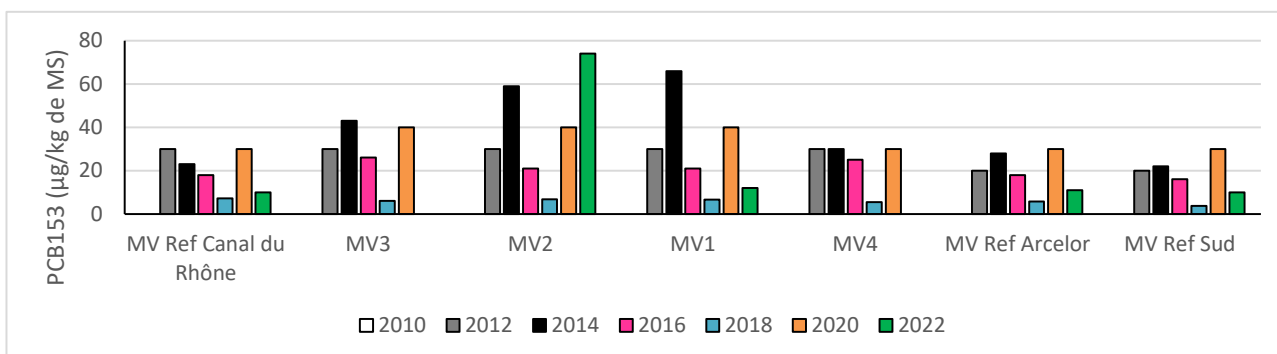


Figure 72. Concentration en PCB 153 dans les moules entre 2010 et 2022

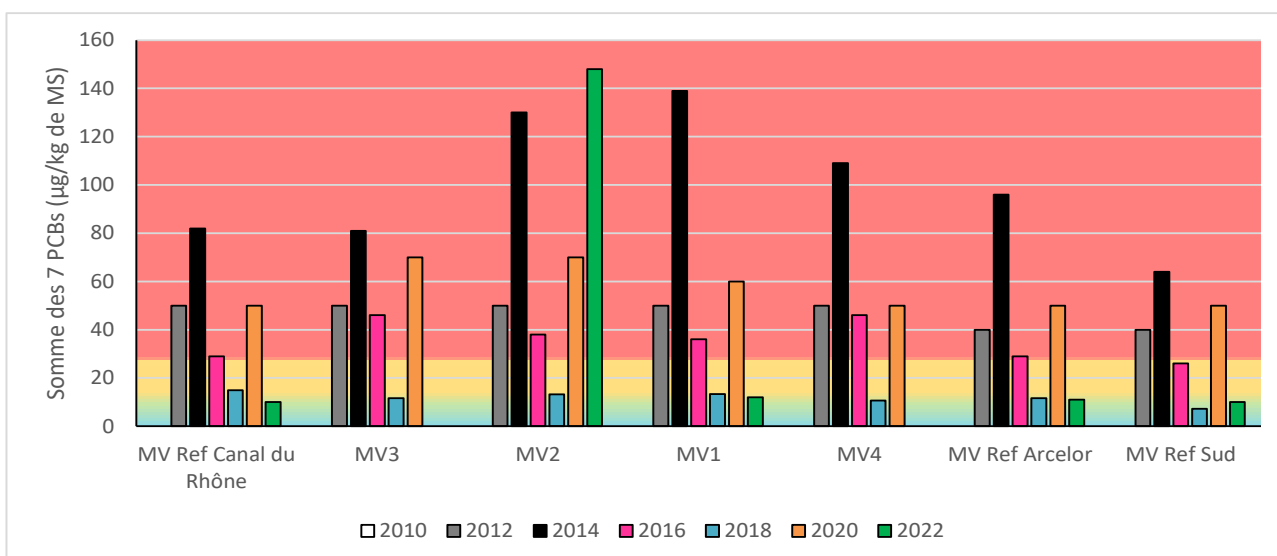


Figure 73. Somme des concentrations en PCB dans les moules en 2012 et 2022

3.3.6 Synthèse de la matière vivante

En 2023, comme en 2018 et 2020, la quasi-totalité des contaminants métalliques se retrouve dans les moules dans des concentrations peu élevées à faibles, voire très faibles. La contamination par les métaux des moules de la darse a beaucoup diminué depuis le suivi de 2016 pour la plupart des stations. L'effet au droit du rejet n'est pas significatif.

En 2014, l'impact du rejet était considéré comme faible, mais significatif au droit du rejet, notamment pour le chrome, le cuivre, le fer, le nickel, le plomb et le zinc. Les concentrations élevées mesurées au niveau des stations de référence et, d'une manière générale sur l'ensemble de la darse, indiquaient en revanche l'incidence de plusieurs autres sources de contamination influençant probablement la zone d'étude. En 2016, l'impact du rejet sur la contamination des moules était également considéré comme faible. La contamination est plus marquée au droit du rejet pour le plomb, le zinc, et le manganèse. Néanmoins, les concentrations se retrouvaient dans le même ordre de grandeur qu'en 2014 et peu d'augmentation marquée était observée. La station MV2 a cependant vu sa contamination en plomb et en manganèse augmenter. Plusieurs contaminants avaient par ailleurs vu leur concentration augmenter sur toutes les stations de la darse. Il s'agissait de l'arsenic, du cadmium et du manganèse. Comme pour les éléments précédents, les concentrations différentes retrouvées dans le sédiment et les moules peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des bio-indicateurs et mettent en évidence des pollutions plutôt chroniques ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode ponctuel de pollution.

La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les moules a eu tendance à diminuer depuis le suivi de 2014 jusqu'en 2020 mais les analyses de 2023 révèlent une augmentation de ces concentrations à un niveau proche de celui de 2014. Cette année, les moules de la station MV2 située proche du droit de rejet sont particulièrement plus contaminées.

A l'exception du suivi de l'année 2018 dont les valeurs semblent avoir été biaisées, tous les suivis des autres années ont présenté des niveaux de contamination très élevés en PCB pour chaque station étudiée, ceci est notamment dû à de fortes concentrations en PCB 138 et PCB 153 dans les chairs de moules. En 2023, une diminution de la contamination en PCB semble être observée avec un niveau de contamination « de base » pour quatre des cinq stations étudiées (MV Canal du Rhône, MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud). Cependant, la station MV2 située à proximité du droit de rejet présente quant à elle un niveau de contamination très élevé avec une somme des 7 PCB atteignant 148 µg/kg de MS, ce qui représente la concentration la plus élevée jamais enregistrée pour cette station depuis le début des suivis.

L'ensemble de la contamination en PCB était est plutôt stable dans la darse entre 2012 et 2020 (bien qu'une forte augmentation fût visible en 2014 et une forte diminution en 2018). Les mesures effectuées au niveau des différentes stations montrent des valeurs plus élevées (bien que faibles) au niveau des stations MV1, MV2 et MV3. Les stations situées en sortie de rejet) semblent être très légèrement influencées en 2022.



3.4 SUIVI DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE

3.4.1 Composition des peuplements benthiques pour l'année 2022-23

La présentation des résultats concerne dans une première partie les paramètres généraux des peuplements (richesse, diversité) et dans une seconde partie les analyses basées sur les indices écologiques.

3.4.1.1 Richesse spécifique (S) et Abondance (A)

3.4.1.1.1. Résultats sur les stations étudiées

L'analyse des 21 échantillons biologiques (sept stations à 3 coups de bennes prélevées par station) a permis d'identifier 147 espèces appartenant à 7 groupes zoologiques et de recenser 2404 individus. Les noms et la répartition de l'abondance des espèces sur les stations sont présentés dans le tableau reporté en Annexe 3.

Le tableau et la figure ci-dessous présentent la synthèse des résultats pour les richesses spécifiques, les abondances et les densités.

Stations	SBRef Arcelor	SBRef Canal du Rhône	SBRef Sud	B01	B02	B03	B04
Richesse spécifique	42	73	83	56	38	36	38
Abondance (0,3 m ²)	178	587	608	354	174	220	283
Densité (ind/m ²)	593	1957	2027	1180	580	733	943

Tableau 28 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces par échantillons et le total par station étudiée

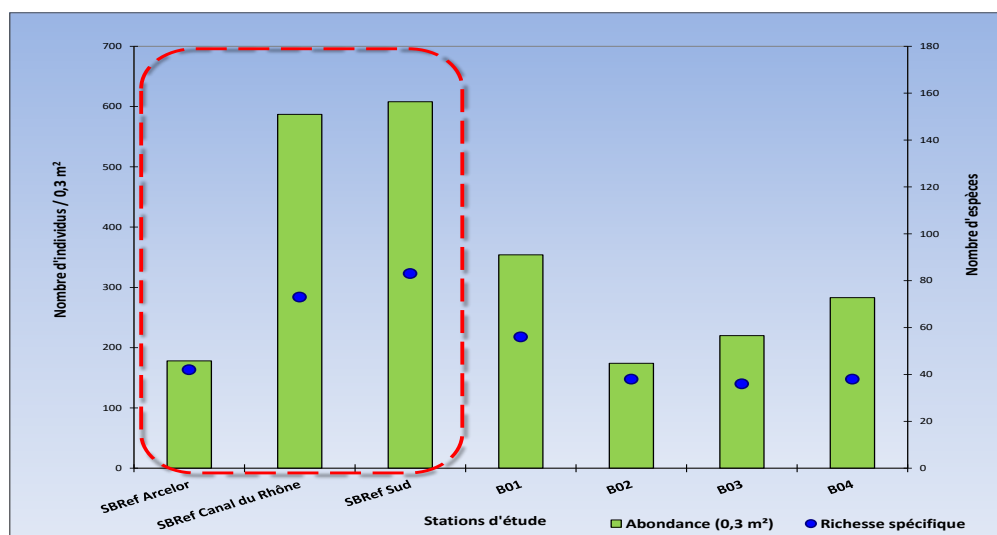


Figure 74. Abondance et richesse spécifique sur les stations étudiées

En 2023, les résultats des richesses spécifiques varient d'une station à l'autre.

Ce sont les stations SB Ref Sud et SB Ref Canal du Rhône qui présentent les plus fortes diversités allant de 73 à 83 espèces. Les autres stations présentent des richesses spécifiques légèrement plus faibles avec un minimum de 36 espèces pour la station B03.

La richesse spécifique est donc comprise entre 36 (Station B03) et 83 espèces (Station SB Ref Sud). Les abondances sur les stations varient entre 174 (Station B02) et 608 individus/0.3 m² (Station SB Ref Sud).

	Moyenne	Ecartype (±)	Min	Max
Richesse spécifique	52	19	36	83
Abondance (0,3 m ²)	343	185	174	608
Densité (ind/m ²)	1145	615	580	2027

Figure 75 : Moyennes, Ecartypes, valeurs minimales et maximales de la richesse spécifique, de l'abondance et de la densité des stations étudiées

La richesse spécifique moyenne est de 52 (±19) espèces pour le site d'étude. L'abondance moyenne est de 343 (±185) individus/0.3 m².

La densité moyenne est donc de 1145 (±615) individus/m², et a atteint au maximum 2027 individus/m² sur la station SB Ref Sud.

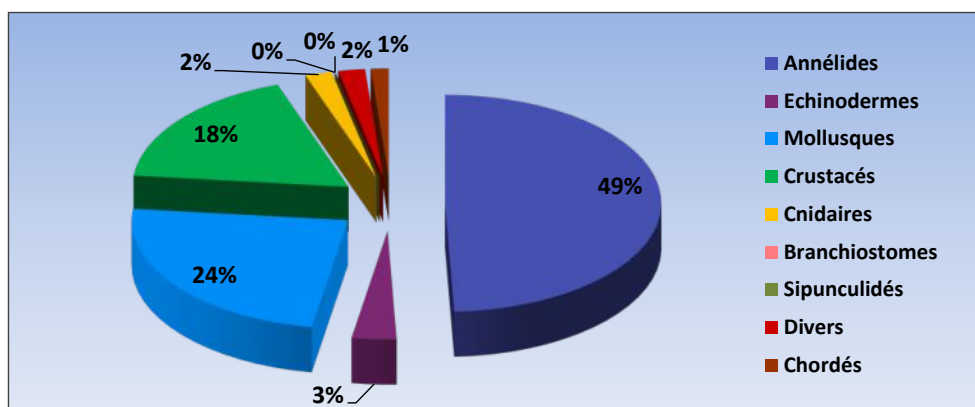


Figure 76. Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques en 2023

En termes de richesse spécifique sur l'ensemble des stations d'étude, les groupes zoologiques majoritaires sont représentés par les annélides (49%), puis par les mollusques (24%), les crustacés (18%), les échinodermes (3%), les cnidaires (2%), les espèces divers (2%) et les chordés (1%).

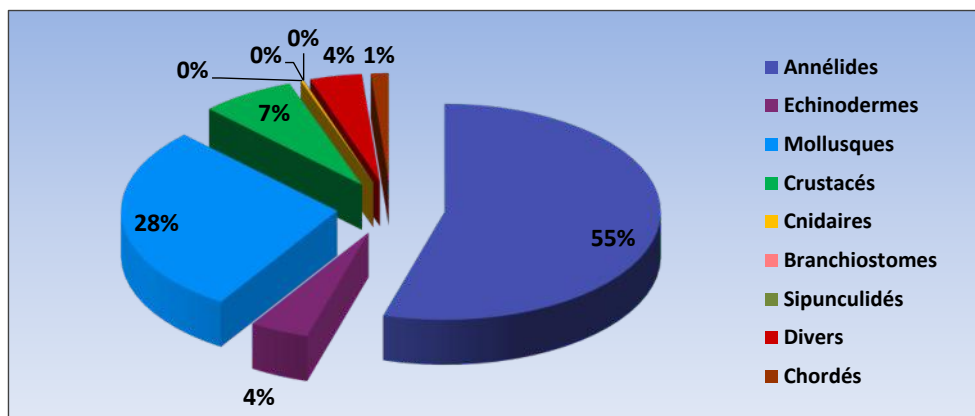


Figure 77. Répartition de l'abondance selon les principaux groupes zoologiques en 2023

L'abondance des individus récoltés est dominée à 55% par les annélides, à 28% par les mollusques, à 7% par les crustacés et 4% pour les échinodermes. Les espèces « divers » représentent 4% de l'abondance totale et les chordés 1%.

3.4.1.1.2. Groupes taxonomiques

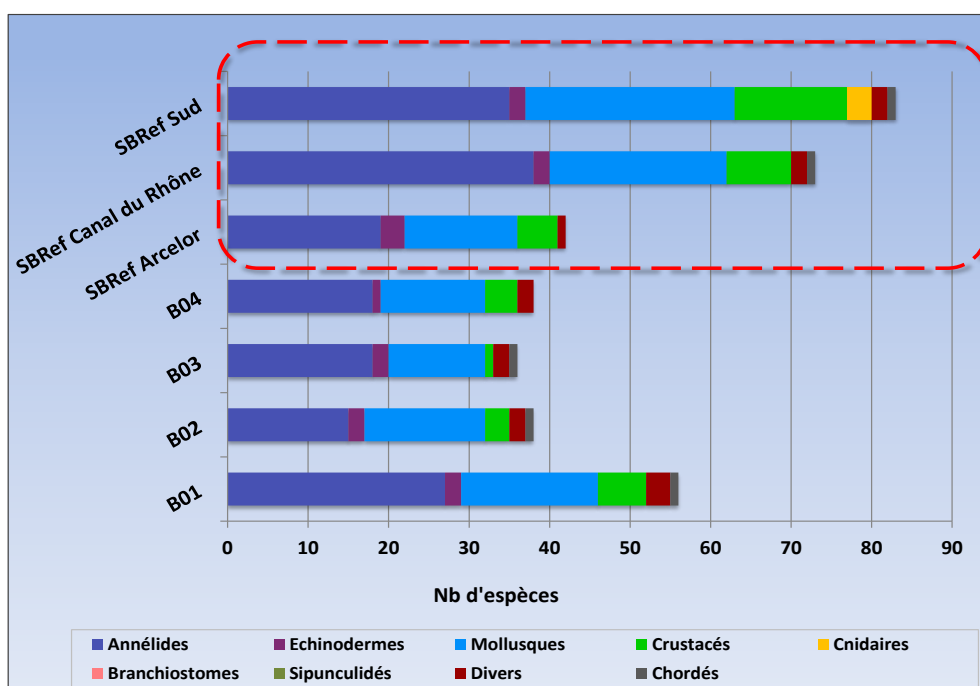


Figure 78. Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique

Les groupes taxonomiques dominant l'ensemble des stations d'un point de vue de la richesse spécifique sont les groupes des vers annélides polychètes (74 espèces) et des mollusques (36 espèces).

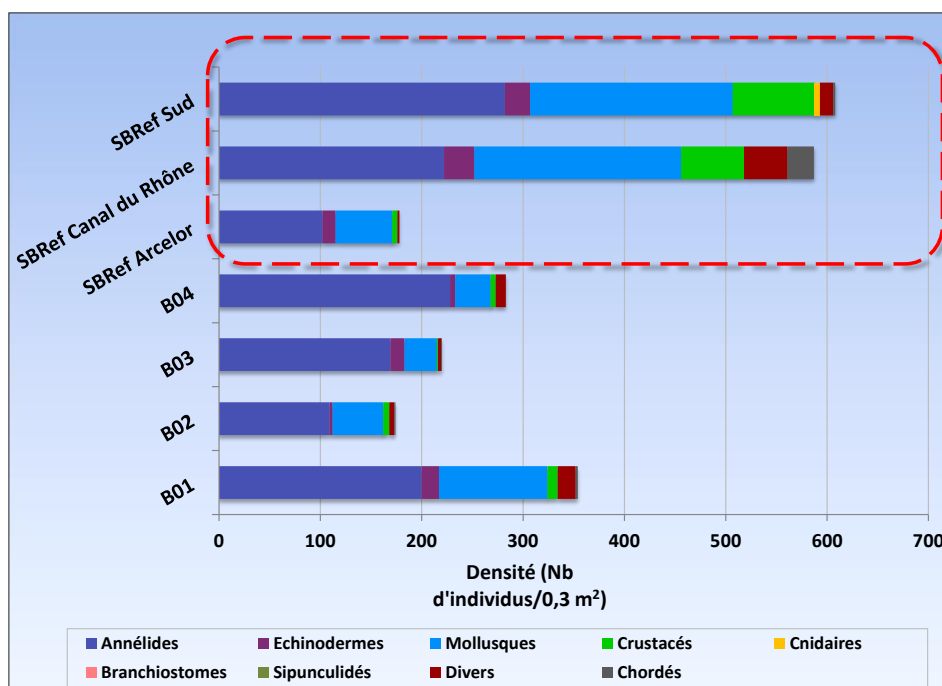


Figure 79. Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique

La répartition de l'abondance montre que le groupe des annélides polychètes domine également les peuplements au sein de chaque station. Le groupe des mollusques présente aussi de fortes abondances (nombre important de bivalves tels que *Corbula gibba*).

3.4.1.1.3. Fréquence d'occurrence et dominance

Neuf espèces présentent une occurrence supérieure à 71 % et huit autres présentent une occurrence supérieure à 86% (Figure 89). Huit espèces (ou taxons) ont une occurrence de 100%, c'est-à-dire qu'elles sont présentes au sein de toutes les stations de prélèvements. Il s'agit des némerthes, des mollusques bivalves *Moerella distorta*, *Corbula gibba* et *Kurtiella bidentata*, de l'ophiure *Amphiura chiajei* et des annélides polychètes *Mediomastus fragilis*, *Aphelochaeta sp.* et *Aphelochaeta marioni*.

De plus, *Aphelochaeta marioni* présente les abondances parmi les plus importantes, c'est donc une espèce structurante du peuplement, comme le sont également le bivalve *Corbula gibba*, le vers annélide *Mediomastus fragilis* ou encore l'ophiure *Amphiura chiajei* (Figure 90).

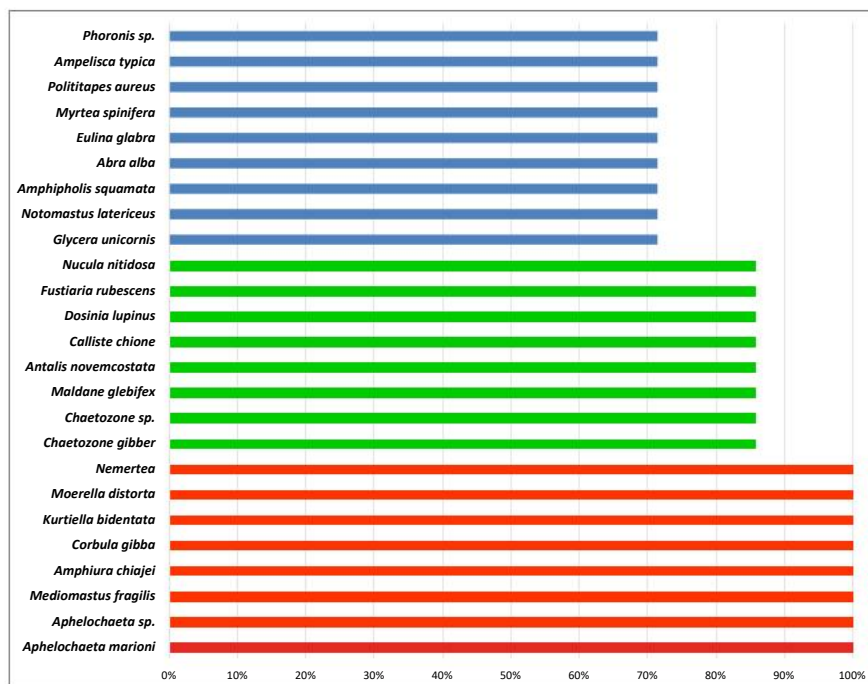


Figure 80. Fréquence d'occurrence des principales espèces récoltées

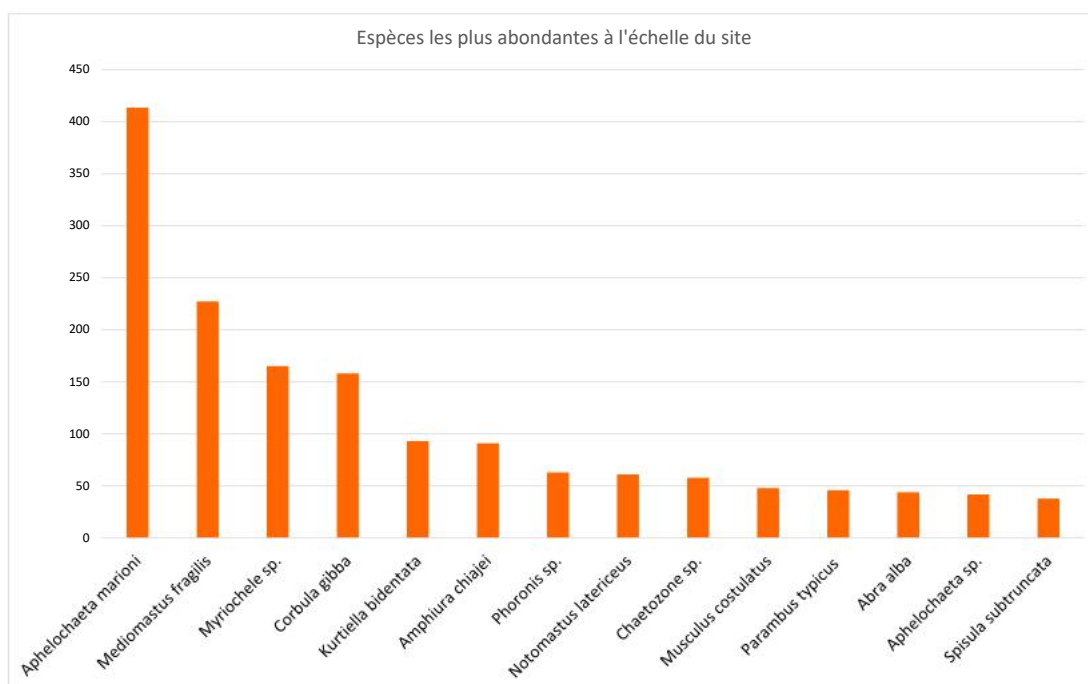


Figure 81. Espèces les plus abondantes sur l'ensemble des sept stations

3.4.1.2 Indices de diversité

3.4.1.2.1. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J')

Station	SBRef Arcelor	SBRef Canal du Rhône	SBRef Sud	B01	B02	B03	B04
Indice de Shannon	4.31	4.79	4.91	4.41	3.98	3.74	3.05
Indice d'Équitabilité (Pielou)	0.80	0.77	0.77	0.76	0.76	0.72	0.58

Station	SBRef Arcelor	SBRef Canal du Rhône	SBRef Sud	B01	B02	B03	B04
Indice de Shannon	4,31	4,79	4,91	4,41	3,98	3,74	3,05
Indice d'Équitabilité (Pielou)	0,80	0,77	0,77	0,76	0,76	0,72	0,58

Tableau 29. Valeurs des indices de Shannon et de l'Équitabilité

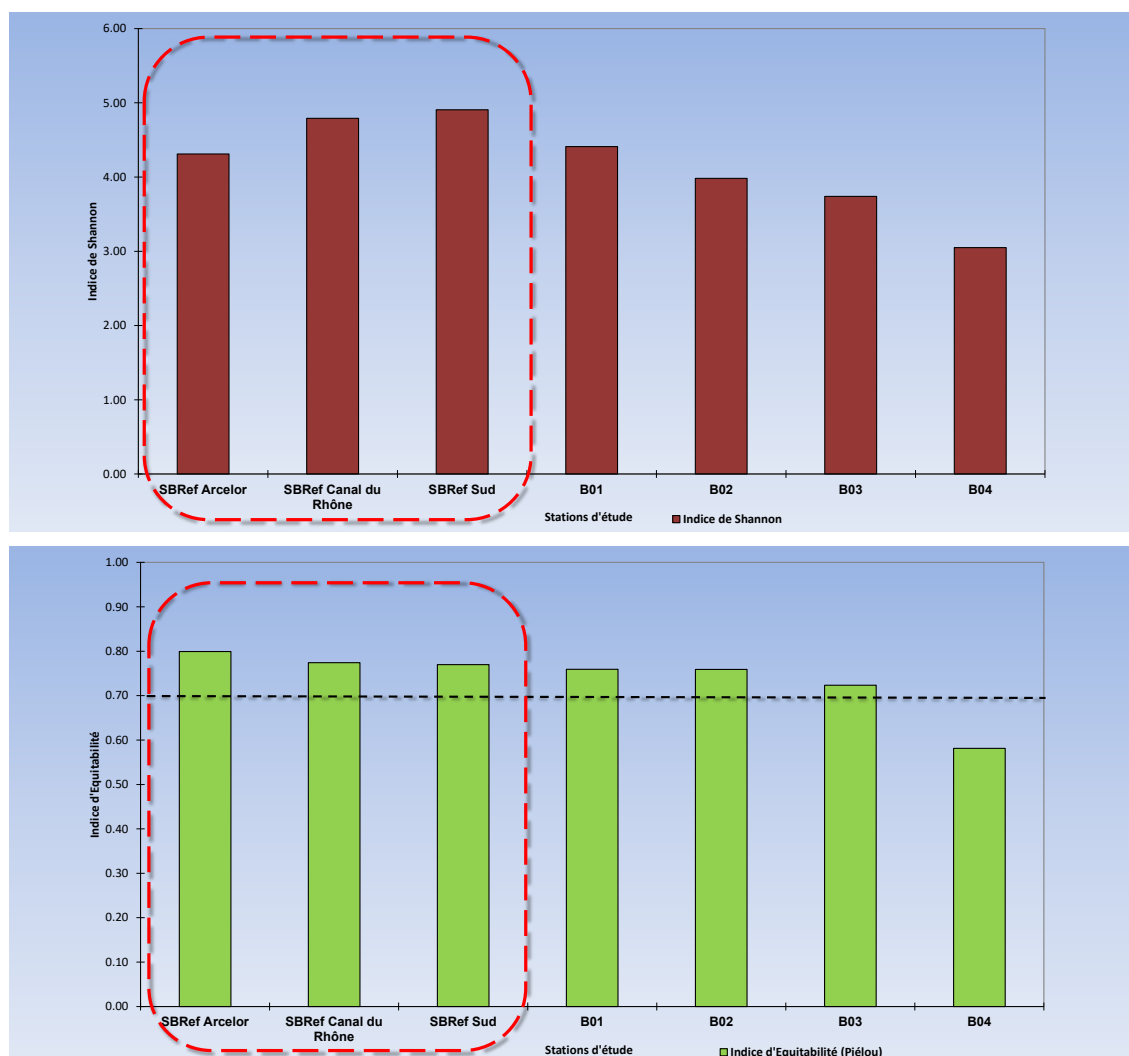


Figure 82. Indices de diversité de Shannon (en haut) et d'Équitabilité (en bas) sur les stations étudiées en 2023

Les indices de Shannon observés pour le suivi 2022 sont compris entre 3,05 (station B04) et 4,91 (station SB Ref Sud), avec une valeur moyenne de 4,17 ($\pm 0,64$). Cette valeur moyenne témoigne d'un peuplement « excellent » et selon Molvaer et *al.* (1997), les stations SB Ref Arcelor, SB Ref Canal du Rhône, SB Ref Sud et B01 sont classées comme « excellentes » et les stations B02, B03 et B04 sont classées comme « bonnes ». Pour l'indice d'équitabilité, les stations d'étude présentent des valeurs variables, comprises entre 0,58 et 0,80 avec une moyenne de 0,74 ($\pm 0,07$). Les stations présentent un indice supérieur à 0,70, excepté la



station B04 avec une valeur de 0,58. Cela témoigne d'une structure de peuplement moyennement équilibrée avec un nombre moins élevé d'espèces. La station présente un déséquilibre au sein de son peuplement pouvant s'expliquer par une dominance d'une ou plusieurs espèces dans les prélèvements (ici, *Aphelocheata marioni*).

3.4.1.2.2. Le modèle DIMO

Le modèle DIMO (*Diversity MOnitoring*) développé par Qinghong en 1995 permet d'illustrer de manière synthétique l'évolution spatiale de la richesse spécifique (Log_2S), de la diversité (H') et de l'équitabilité (Bazairi, 2005). Cette dernière est représentée par l'angle formé par la droite représentée sur le graphique suivant :

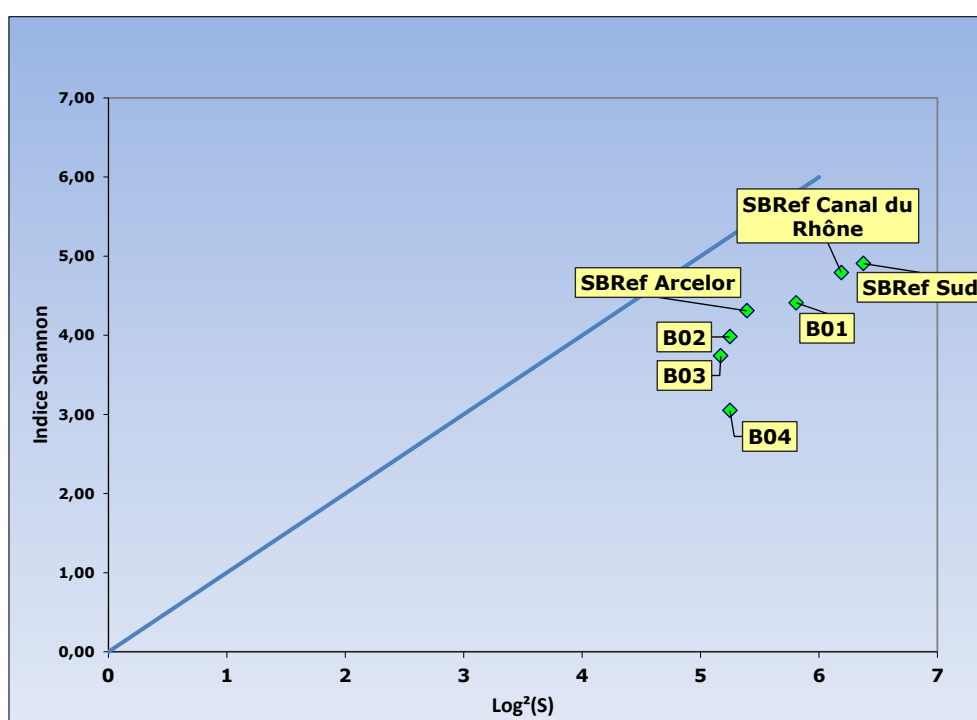


Figure 83. Modèle DIMO appliqué aux sept stations en 2023

La distribution spatiale montre que les peuplements présentent des richesses spécifiques plus élevées et une répartition des espèces plutôt homogène pour les stations B01, SB Ref Sud, SB Ref Canal du Rhône et SB Ref Arcelor. Les stations B02, B03 et B04 présentent un indice d'équitabilité qui témoigne de peuplements un peu plus déséquilibrés (Figure 83).

Les résultats concernant la richesse spécifique, la densité des espèces et leur répartition au sein des stations échantillonnées se révèlent bons voire très bons pour les stations étudiées, qu'elles soient stations de référence ou stations de suivis. Certaines disparités apparaissent entre les stations, notamment sur la station B04 qui présente une diversité inférieure aux autres.

3.4.1.3 Indice basé sur les groupes écologiques : l'AMBI

L'identification des groupes écologiques des espèces en présence a été réalisée pour pouvoir déterminer les indices basés sur les groupes écologiques : l'AMBI.

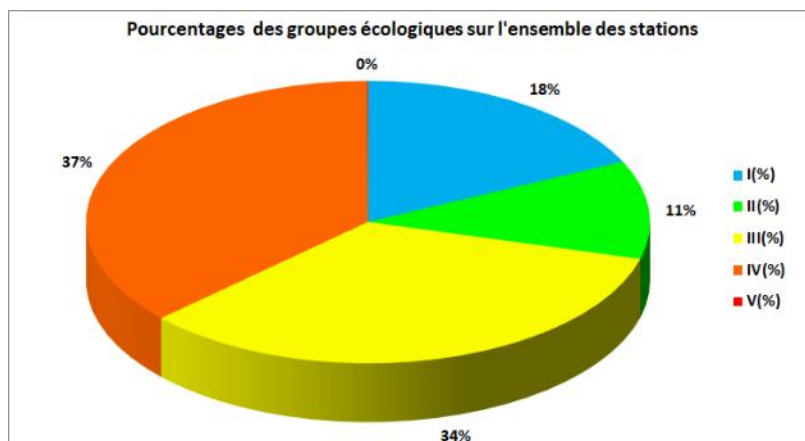


Figure 84. Pourcentages des groupes écologiques sur l'ensemble du site étudié

L'indice AMBI met en évidence que l'ensemble des stations se caractérise par une proportion mineure (29%) d'espèces sensibles et indifférentes à une hypertrophisation (groupes I et II). Le groupe des espèces indifférentes (groupe III) représente 34%. Le groupe IV (espèces opportunistes de second ordre) est présent à 37%.

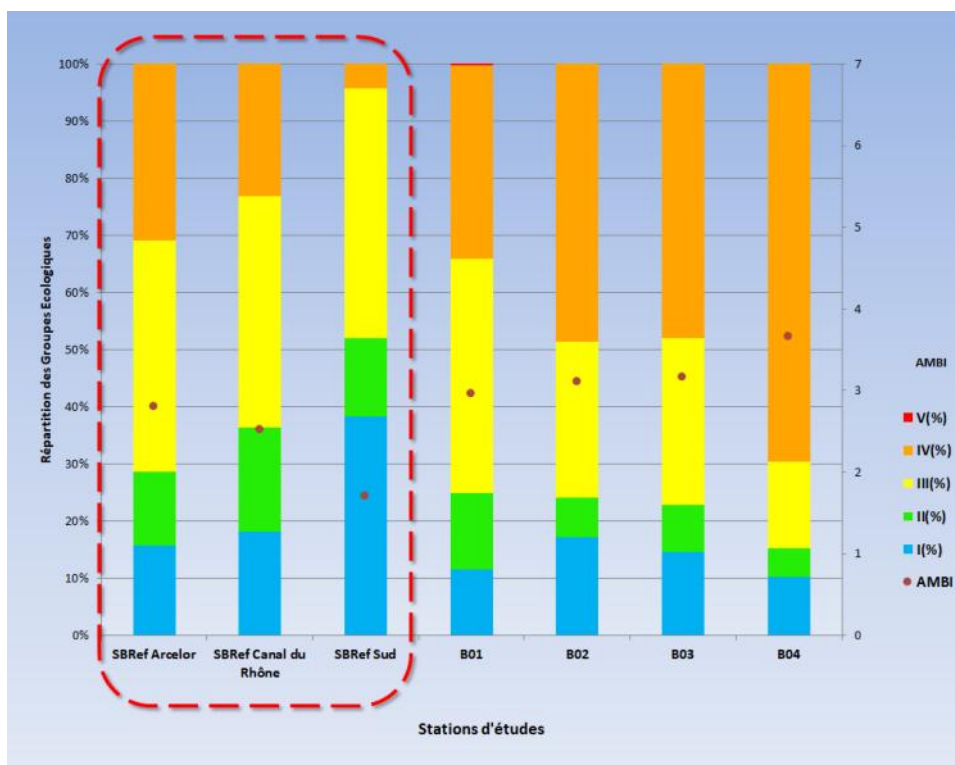


Figure 85. Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI



A l'exception de la station SB Ref Sud, toutes les stations ont une composition faunistique assez similaire : elles sont dominées par les espèces tolérantes à l'eutrophisation (groupe III) ainsi que par des espèces opportunistes de second ordre (groupe IV).

Seule la station SB Ref Sud présente une dominance d'espèces sensibles et indifférentes à une hypertrophisation (groupes I et II), ces espèces sont également présentes sur les autres stations de la darse mais dans une proportion inférieure.

Cette station présentait une granulométrie différente des autres stations (sable fin envasé) et son peuplement est composé d'espèces plus sensibles comme les mollusques bivalves *Tellina fabula* (27 individus), *Spisula subtruncata* (24 individus), *Musculus costulatus* (16 individus) et *Acanthocardia paucicostata* (12 individus) ainsi que le crustacé *Ampelisca brevicornis* (18 individus) présent uniquement sur cette station.

La station B04 présente la valeur moyenne de l'AMBI la plus élevée avec une dominance d'espèces opportunistes de second ordre (groupe IV) s'expliquant par une très forte abondance de l'annélide polychète *Aphelocheata marioni* (155 individus).

Les espèces opportunistes de premier ordre (groupe V) sont absentes sur toutes les stations.

Le graphe ci-dessous permet de visualiser le degré de dégradation environnementale au regard de la matière organique grâce à l'indice AMBI :

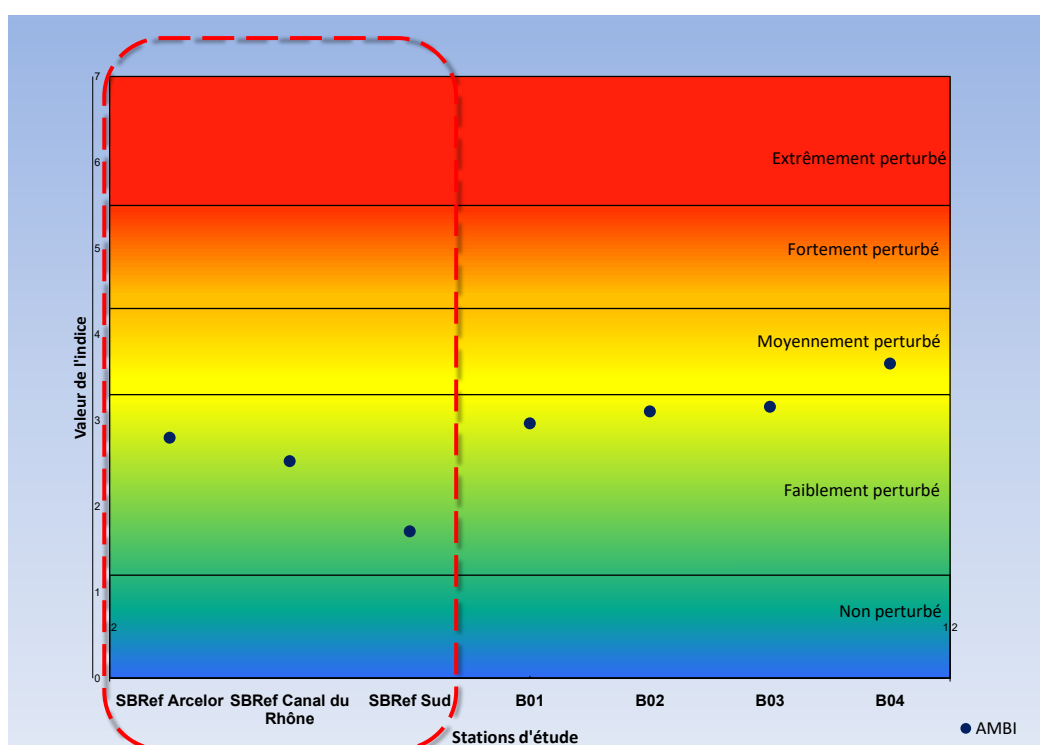


Figure 86. Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude

Les résultats de l'indice AMBI sur les stations du site révèlent que celles-ci présentent une légère perturbation, la plus faible étant la station SB Ref Sud. Cette perturbation est plus particulièrement visible sur les stations B02, B03 et B04 (présence assez forte d'espèces opportunistes de second ordre).

La présence moyenne d'espèces sensibles et indifférentes à l'hypertrophisation et la dominance d'espèces tolérantes et opportunistes de second ordre sont révélatrices d'un état environnemental légèrement à moyennement perturbé. Avec la dominance de quelques espèces, l'AMBI révèle une légère de perturbation au regard de l'apport en matière organique sur les stations.

Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI
SBRef Arcelor	15.70	12.90	40.40	30.90	0.00	2.798
SBRef Canal du Rhône	18.20	18.20	40.40	23.10	0.00	2.525
SBRef Sud	38.30	13.80	43.60	4.30	0.00	1.71
B01	11.50	13.50	40.90	33.70	0.30	2.965
B02	17.30	6.90	27.20	48.60	0.00	3.104
B03	14.60	8.20	29.20	47.90	0.00	3.16
B04	10.30	5.00	15.20	69.50	0.00	3.66

Tableau 30. Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe écologique et indice biotique AMBI en 2023

Au regard des faibles proportions d'espèces des groupes I (espèces sensibles à l'hypertrophisation) et II (espèces indifférentes à l'hypertrophisation), mais aussi des proportions plus importantes d'espèces des groupes III et IV (tolérantes à l'hypertrophisation et opportunistes de second ordre) sur l'ensemble des stations (excepté sur la station SB Ref Sud), il semble que la zone d'étude présente une perturbation (faible, et moyenne sur B04), notamment au regard d'un enrichissement en matière organique.

La qualité écologique du site, au regard des peuplements benthiques, reste cependant bonne du fait de la forte présence d'espèces du groupe III.



3.4.1.4 Classification des peuplements benthiques

Il est possible d'effectuer une classification des communautés en présence. La mise en relation avec la typologie EUNIS (2012) a été réalisée et la traduction a été extraite des documents à disposition (Bajjouk *et al.*, 2015). Toutefois, il est à noter qu'il est parfois difficile d'attribuer précisément un type de communauté à une station donnée. En effet, il s'agit souvent de **milieux transitoires**, aux spécificités propres à plusieurs faciès (mosaïques d'habitats).

L'habitat trouvé pour la zone étudiée est le suivant :

A5.38

Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés

Ces biocénoses se développent dans des zones où les fonds détritiques sont recouverts par de la vase d'origine terrigène (dépôts des fleuves). Le sédiment est constitué de vase sableuse ou de sable vaseux, et parfois de vase indurée, riche en débris coquilliers ou en fragments volcaniques (scories) ; la sédimentation est suffisamment lente pour permettre le développement de l'épifaune sessile. Gravier, sable et vase sont mélangés dans des quantités variables mais la proportion de vase est toujours dominante.

Dénomination de la biocénose	CODE EUNIS
<i>Vase subtidale</i>	A5.3
<i>Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés</i>	A5.38
Dénomination de la biocénose	CODE N2000
<i>Sables vaseux et vases lagunaires et estuariennes (Méditerranée)</i>	1130-2
Dénomination de la biocénose	Typo MNHN
<i>Biocénose des fonds détritiques envasés (DE)</i>	IV.2.1.

Tableau 31. Tableau récapitulatif des biocénoses suivant les typologies

3.4.1.5 Exemples d'espèces caractéristiques¹⁶

Corbula gibba



Ce bivalve des Myoidae, souvent fouisseurs ou foreurs, se distingue par coquille ventrue à peu près ovale et équilatérale. La valve droite fortement convexe chevauche la valve gauche plus étroite. *C. gibba* se trouve dans les sables vaseux et les graviers des étages infra- et circalittoral. Cette espèce s'étend de la Norvège à la Méditerranée.

Amphiura chiajei

Cette ophiure se repère par les petits écussons radiaux, dont ceux de chaque paire se touchent presque à la base des bras. Ces bras sont très longs et fins. *A. chiajei* occupe les eaux peu profondes du circalittoral et au-delà, sur des sables vaseux fins. Son aire de distribution va de la Norvège à la Méditerranée.



Apseudopsis latreillii



Ce petit crustacé ressemble à un isopode, mais s'en distingue par ses deuxièmes appendices thoraciques de grande taille et en pinces. Sa tête et les deux premiers segments sont recouverts par une carapace triangulaire. Son corps est très comprimé, rigide et peut faire jusqu'à 7 mm de long. Il peut se trouver de l'étage médio- à circalittoral peu profond dans les crevasses vaseuses, sous les pierres, dans les touffes d'algues etc ...

Nematonereis unicornis

Cet annélide polychète errant a la forme typique des vers annelés : cylindrique, long (jusqu'à 400 segments) et mince. Sa tête arrondie a deux yeux et une antenne unique assez courte. De couleur rose pâle dans la partie antérieure et orangé ou verdâtre postérieurement, la surface de son corps est très irisée. Il est trouvé dans les sables vaseux, sous les pierres et dans les dragages côtiers (Fauvel).



¹⁶ HAYWARD, P., NELSON-SMITH, T. & SHIELDS, C. (1998). Guide des bords de mer. Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée. Les compagnons du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé ; <https://doris.ffessm.fr/>.

***Melinna palmata***

Ce polychète sédentaire de 15 à 20 mm de long élabore un tube épais de vase, posé sur le fond (l'espèce peut constituer des tapis parfois). Sa tête possède de nombreux tentacules à vocation nutritive. Il présente, en arrière des branchies, deux crochets foncés. Il est retrouvé à mer basse dans la vase et le sable vaseux des herbiers de Zostères et dans les dragages sur fond de vase.

Ce ver annélide polychète fait partie de la famille des Capitellidae. Son corps, renflé au niveau du thorax, est très fragile dans sa partie postérieure et, est rarement trouvé entier lors des prélèvements. Sa trompe rouge sombre et globuleuse qu'il sort et rentre pour activer sa circulation sanguine lui vaut le surnom de ver « goutte de sang ». Il se trouve dans divers types de sédiments, mais se plaît dans les sables vaseux.

Notomastus latericeus***Abra alba***

Ce petit mollusque bivalve à coquille lisse et blanche lustrée (jusqu'à 25 mm de long) s'enfouit peu profondément dans la vase et le sable fin. Il consomme divers dépôts grâce à leurs longs siphons extensibles séparés. Cette espèce se trouve sur toutes les côtes britanniques ; de la Norvège à la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest.

Les nucules sont facilement reconnaissables par les nombreuses petites dents identiques de la charnière. Cette espèce, à la coquille luisante, se reconnaît par la présence de bandes plus ou moins claires rayonnant de l'umbo. On la retrouve dans les substrats sableux, de la Grande-Bretagne à la Méditerranée.

Nucula nitidosa***Mysella (Kurtellia) bidentata***

Mollusque bivalve de très petite taille (3 à 4 mm) dont la coquille est ovale avec une sculpture concentrique. Sa couleur est plutôt blanche, avec un périostacum (fine couche sur la coquille) verdâtre ou jaunâtre. Cette espèce vit sur le milieu infralittoral et souvent en association avec des invertébrés dans des sédiments hétérogènes.

3.4.2 Comparaison inter-suivi de l'évolution des peuplements benthiques

3.4.2.1 Richesse spécifique (S) et densité (2008-2022/23)

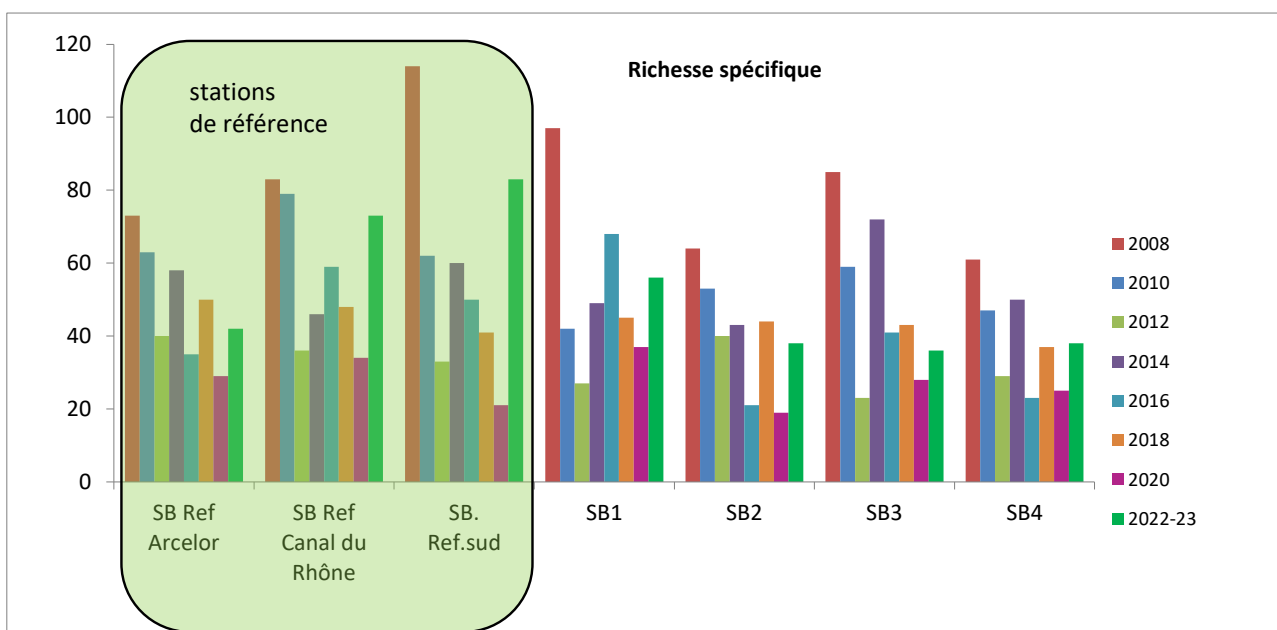


Figure 87. Comparaison de la richesse spécifique entre 2008 et 2022-23

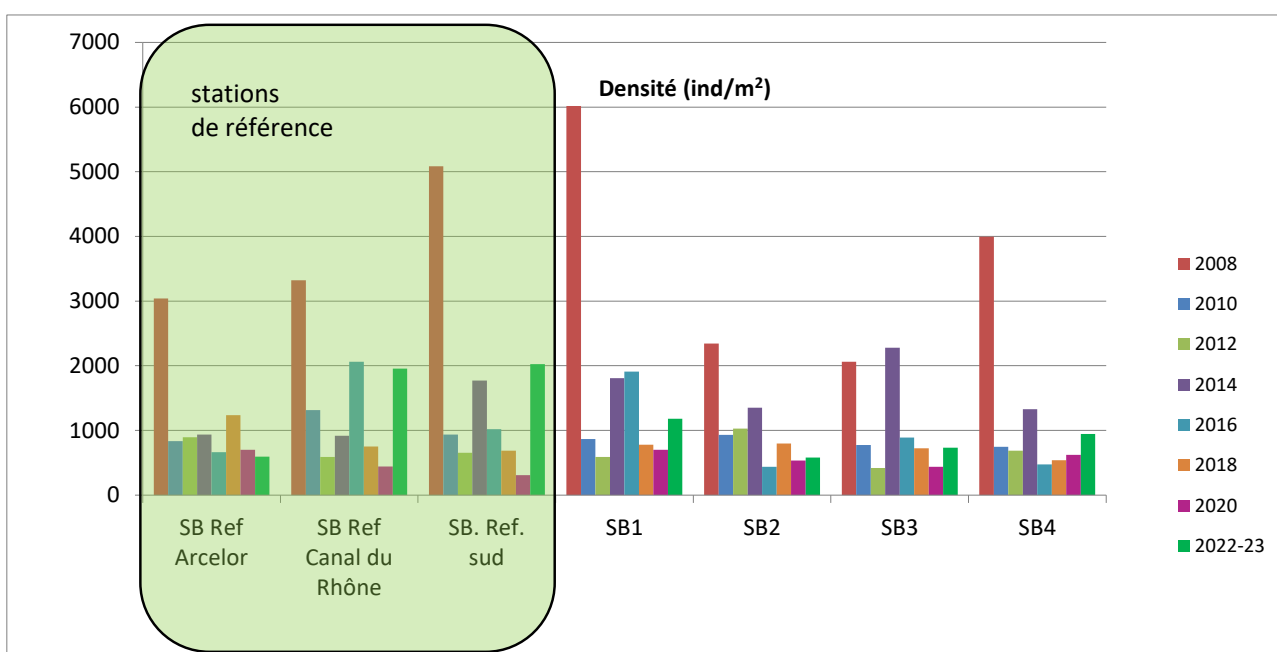


Figure 88. Comparaison de la densité (ind/m²) entre 2008 et 2022-23

Globalement sur toutes les stations la richesse spécifique décroît entre 2008 et 2012, l'année 2014 montrait une augmentation puis une légère diminution en 2016 et 2018. La richesse spécifique moyenne est en effet passée de 80 espèces en 2008 à 58 en 2010 contre seulement 33 en 2012, 54 espèces en 2014, 42 en 2016 et 44 en 2018. En 2020, il y avait de nouveau une baisse de la diversité avec une faible richesse spécifique



moyenne de 27 espèces mais les données de 2023 révèlent une nouvelle augmentation de la richesse spécifique avec une valeur moyenne de 52 espèces, se rapprochant ainsi des valeurs des années 2014 à 2018. Cette augmentation est particulièrement remarquable pour les stations SB Ref Canal du Rhône et SB Ref sud avec des valeurs passant respectivement de 34 en 2020 à 73 en 2023 et de 21 en 2020 à 83 en 2023.

Concernant la densité, une forte baisse est observée entre 2008 et 2010 puis se stabilise entre 2010 et 2012. Alors que les prélèvements réalisés en 2014 montraient une légère hausse des densités sur les stations, les prélèvements en 2016 présentaient des résultats de nouveau en baisse (excepté sur la station de référence SB Canal du Rhône), en 2018 les valeurs étaient équivalentes ou plus faibles qu'en 2016. Seules deux stations présentaient une légère hausse de la densité : Sb Ref Arcelor et SB2. En 2020, une nouvelle baisse est observée sur l'ensemble des stations, hormis sur la station B04 où les résultats sont à peine plus élevés qu'en 2018. Entre 2020 et 2023, la densité a doublé et retrouve des valeurs proches de celles de 2014 et 2016

En effet, les densités moyennes sont passées de 3600 ind/m² en 2008 à 900 et 700 ind/m² en 2010 et 2012, à 1484 ind/m² en 2014, à 1064 ind/m² en 2016, à 788 ind/m² en 2018, à 535 ind/m² en 2020 et à 1145 ind/m² en 2023.

Il semble toutefois qu'il y ait un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. En effet, on observe d'une année sur l'autre que les espèces majoritaires ou structurantes sont plus ou moins abondantes ou même différentes. En termes d'abondance, on constatait que l'année 2008 présentait les plus fortes valeurs qui chutaient fortement en 2010 et semblaient réaugmenter en 2014, mais à nouveau baisser en 2016 et 2020.

Le mollusque *Corbula gibba* et l'ophiure *Amphiura chiajei* ainsi que le vers annélide *Mediomastus fragilis* semblent présenter des valeurs plus ou moins stables dans le temps.

La forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due à la localisation de la zone d'étude. En effet, le site se trouve dans une zone où les facteurs environnementaux influent fortement sur le milieu, une forte pluviométrie peut provoquer des variations importantes de la turbidité et de la salinité de l'eau et donc avoir une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu.

3.4.2.2 Indices de diversité (2008-2022/23)

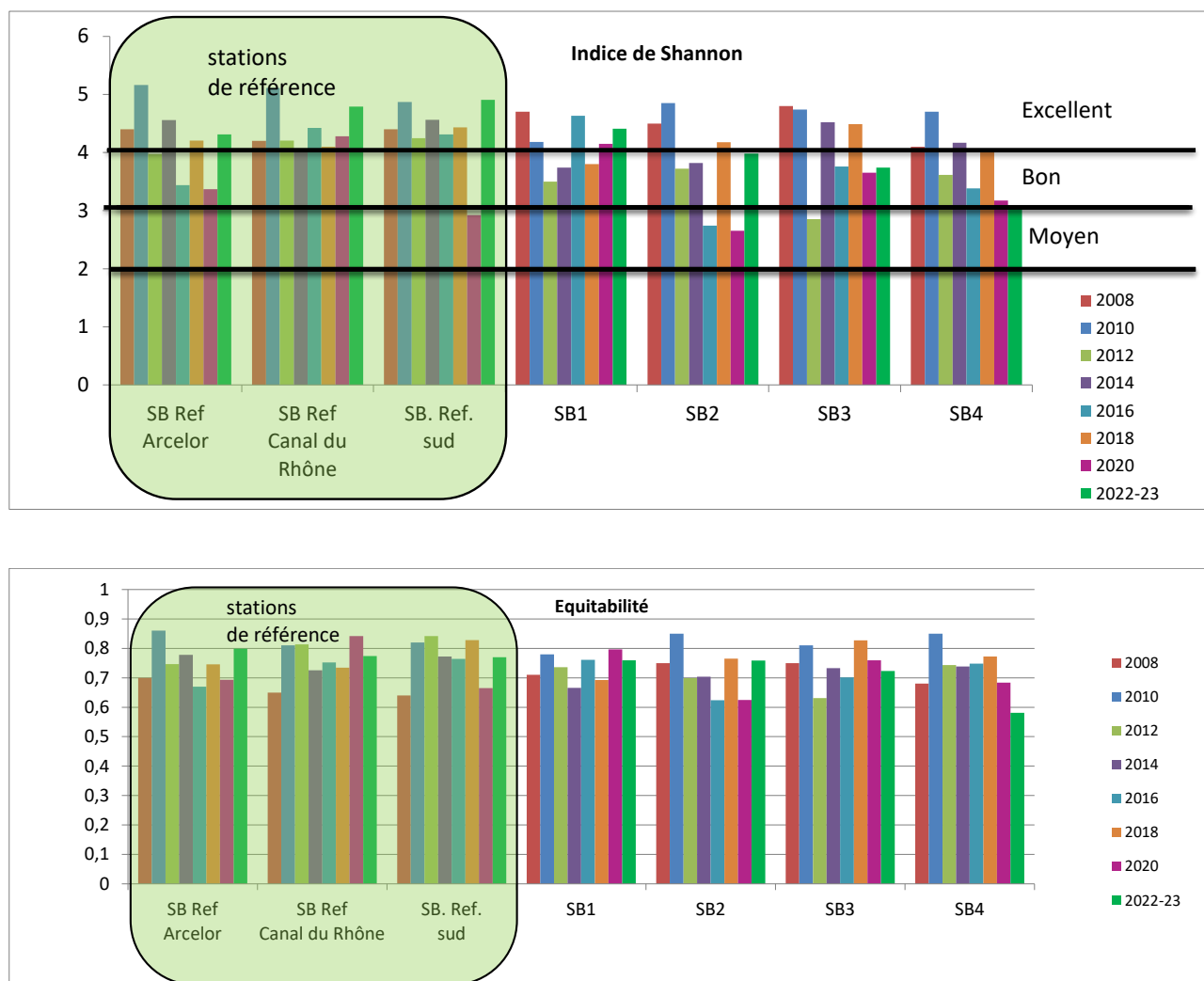


Figure 89. Comparaison entre 2008 et 2022-23 de l'indice de Shannon (en haut) et de l'Equitabilité (en bas)

Les valeurs de l'indice de Shannon calculées en 2023 présentent une augmentation par rapport à l'année 2020 pour toutes les stations sauf pour la station B04. Les stations de référence montrent des valeurs de l'indice assez similaires en 2023. A l'inverse du suivi de l'année 2020 qui présentait des indices allant de 2 à 3, les valeurs de 2023 se rapprochent des suivis des années précédentes avec un indice autour de 4.

Les stations B02, B03 et B04 montraient en 2018 une augmentation globale de l'indice, en passant de peuplements considérés comme « bons » en 2016, voire « moyens » pour la station B02 en 2016 à « excellents » en 2018 (comme pour les suivis entre 2010 et 2014).

En 2020, seules les stations B01 et SB Ref Canal du Rhône sont classées comme « excellentes ».

En 2023, les stations SB Ref Canal du Rhône et B01 restent classées comme « excellentes » et s'ajoutent à celles-ci les stations SB Ref Arcelor et SB Ref Sud, les stations B02, B03 et B04 étant classées comme « bonnes ».



Cet indice montre donc une baisse de la diversité du peuplement entre 2008 et 2012 suivie d'une hausse en année 2014, d'une nouvelle baisse en 2016, d'un état en légère hausse pour 2018 (excepté sur la station B01 située au droit du rejet tendance inversée de nouveau en 2020) et en légère baisse en 2020 puis une augmentation en 2023. Les stations de références SB Ref Canal du Rhône et SB Ref Sud sont les stations présentant le plus de stabilité dans le temps avec des variations plus faibles que celles des autres stations.

L'indice d'équitabilité est globalement bon durant les huit suivis. Il n'y a pas de déséquilibre majeur observé sur les stations qu'elles soient de référence ou situées aux abords du rejet.

Les stations de référence montrent que l'indice d'équitabilité est plutôt constant depuis 2010. Seule l'étude de 2008 montrait sur deux stations un indice inférieur à 0,7. C'était également le cas en 2016 sur la station Arcelor, qui présentait une valeur légèrement en dessous du seuil, sans en être trop éloignée (légère dominance d'une espèce au sein du peuplement), la même chose était visible en 2018, mais sur la station au droit du rejet B01 ainsi qu'en 2020 sur les stations SB Ref Sud et B02. En 2020 les valeurs d'équitabilité étaient en légère baisse sauf sur deux stations (SB Ref Canal du Rhône et B01).

En 2023, les valeurs d'équitabilité sont en hausse : les peuplements qui composent les stations présentent des espèces et des densités bien réparties et équilibrées, à l'exception de la station B04 présentant la valeur la plus faible depuis le début du suivi (3,1).

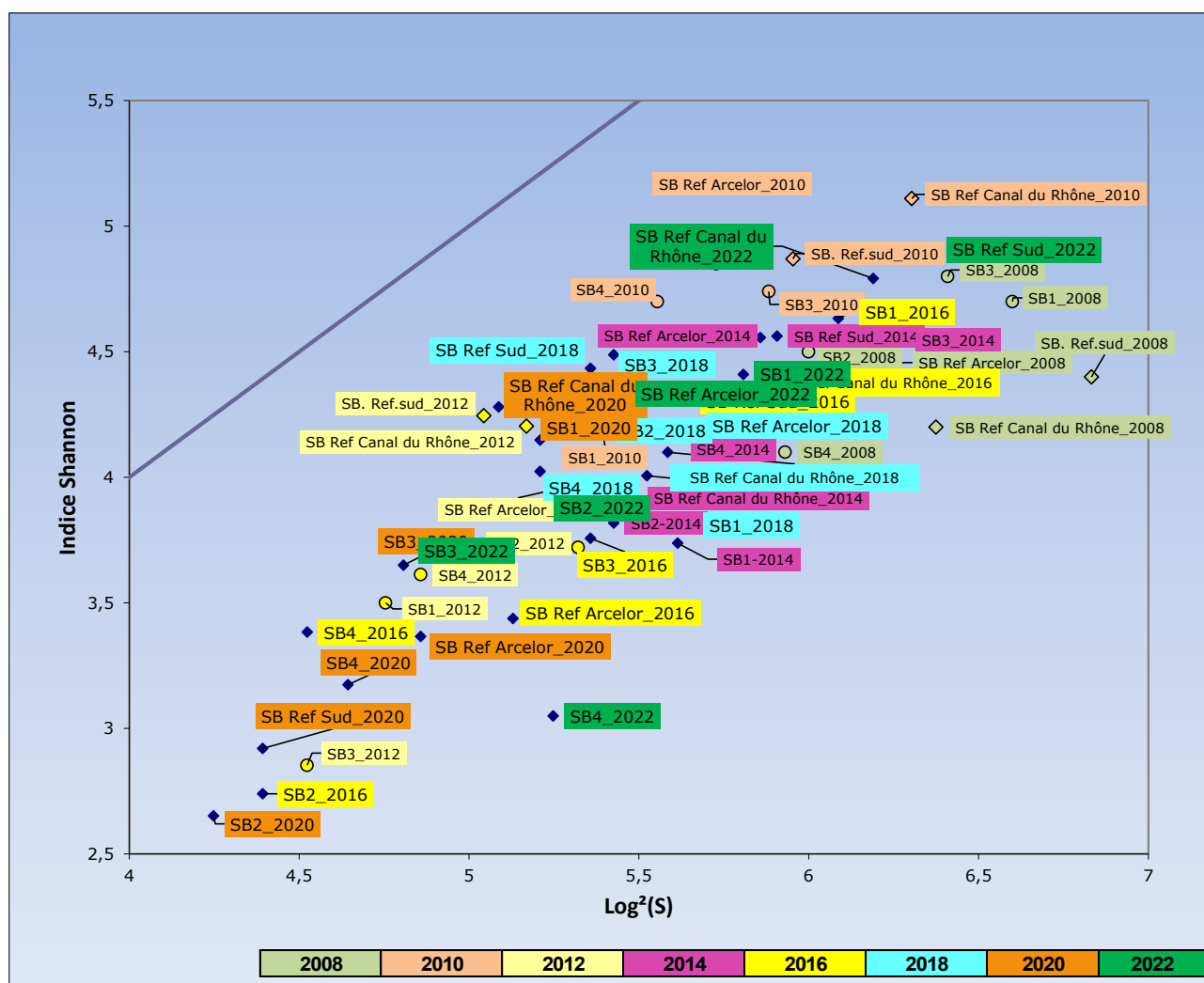


Figure 90. Modèle DIMO appliqué aux 7 stations sur les études (2008-2022)

La synthèse des 3 paramètres écologiques (Richesse spécifique, Shannon, Équitabilité) sur les 8 périodes d'études (2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 et 2023) révèle les constats suivants :

- Une diversité écologique (indice de Shannon) plus ou moins similaire entre 2008, 2012 et 2014 avec toutefois une richesse spécifique ($\text{Log}^2(s)$) plus élevée en 2008.
Pour l'année 2023, les valeurs de diversité écologique sont plutôt variables, avec pour l'ensemble des stations, une augmentation de la diversité comparé à 2020 sur toutes les stations se rapprochant ainsi des valeurs du suivi de 2010, à l'exception de la station B04 ;
- Les richesses spécifiques du suivi 2022 sont variables avec une étendue assez large. Elles ne sont pas les valeurs les plus élevées de l'ensemble des suivis (obtenus en 2008) mais reflètent tout de même un peuplement plutôt diversifié et équilibré.

En conclusion, l'étude de 2008 montrait des valeurs de diversités spécifiques élevées. En 2010 on voyait la diversité spécifique diminuer au profit de la diversité écologique (indice de Shannon). L'année 2012 montrait une chute globale de la diversité écologique et spécifique. Un retour positif de la diversité spécifique était observé en 2014, mais l'année 2016 montrait de nouveau une légère baisse de diversité moyenne ainsi que de densités au sein des stations. L'année 2018 montrait une baisse de la diversité et de la densité même si les stations présentent des peuplements équilibrés. L'année 2020 montrait une nouvelle fois une baisse de la diversité et de la densité et les peuplements montrent également des signes de déséquilibres.

Le suivi 2022 révèle une augmentation de la diversité et de l'équilibre des peuplements surtout pour les stations de référence et la station B01 dont les valeurs se rapprochent des années 2008 et 2010 ; années présentant des peuplements plus stables.



3.4.3 Synthèse des peuplements benthiques

En 2023, les résultats des richesses spécifiques varient d'une station à l'autre avec une diversité plus élevée pour les stations de référence SB Canal du Rhône et SB Ref Sud. SB Ref Arcelor présente quant à elle des valeurs moins élevées se rapprochant de celles des stations sous l'influence de l'usine.

La richesse spécifique est comprise entre 36 (Station B03) et 83 espèces (Station SB Ref Sud). Les abondances sur les stations varient entre 174 (Station B02) et 608 individus/0.3 m² (Stations SB Ref Sud).

La richesse spécifique moyenne est de 52 (± 19) espèces pour le site d'étude. L'abondance moyenne est de 343 (± 185) individus/0.3 m².

La densité moyenne est donc de 1145 (± 615) individus/m², et a atteint au maximum 2027 individus/m² sur la station SB Ref Sud (station de référence).

De plus, *Aphelochaeta marioni* présente les abondances parmi les plus importantes, c'est donc une espèce structurante du peuplement, comme le sont également le bivalve *Corbula gibba*, le vers annélide *Mediomastus fragilis* ou encore l'ophiure *Amphiura chiajei*.

La valeur moyenne des indices de Shannon de toutes les stations réunies témoigne d'un peuplement « excellent ». Pour les stations en sortie de rejet, les résultats sont variables : la station B01 est classée comme « excellente » et les stations B02, B03 et B04 sont classées comme « bonnes ». Les stations de référence sont toutes classées comme étant « excellentes ».

Pour l'indice d'équitabilité, les stations d'étude présentent des valeurs variables, comprises entre 0,58 et 0,80 avec une moyenne de 0,74 ($\pm 0,07$). Toutes les stations présentent un indice supérieur à 0,70, excepté la station B04 avec une valeur de 0.58. Cela témoigne d'une structure de peuplement moyennement équilibrée avec un nombre moins élevé d'espèces. La station présente un déséquilibre au sein de son peuplement qui peut s'expliquer par une dominance d'une ou plusieurs espèces dans les prélèvements.

Les résultats concernant la richesse spécifique, la densité des espèces et leur répartition au sein des stations échantillonnées se révèlent bons voire très bons pour les stations étudiées, qu'elles soient stations de référence ou stations de suivis. Certaines disparités apparaissent entre les stations, notamment sur la station B04 qui présente une diversité inférieure aux autres.

Les résultats de l'indice AMBI sur les stations du site révèlent que celles-ci présentent une légère perturbation, la plus faible étant la station SB Ref Sud. Cette perturbation est plus particulièrement visible sur les stations B02, B03 et B04 (présence assez forte d'espèces opportunistes de second ordre). La présence moyenne d'espèces sensibles et indifférentes à l'hypertrophisation et la dominance d'espèces tolérantes et opportunistes de second ordre sont révélatrices d'un état environnemental légèrement à moyennement perturbé. Avec la dominance de quelques espèces, l'AMBI révèle une légère de perturbation au regard de l'apport en matière organique sur les stations. (large présence

d'espèces opportunistes de second ordre, petites espèces à cycle court abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées).

Au regard des faibles proportions d'espèces des groupes I (espèces sensibles à l'hypertrophisation) et II (espèces indifférentes à l'hypertrophisation), mais aussi des proportions plus importantes d'espèces des groupes III et IV (tolérantes à l'hypertrophisation et opportunistes de second ordre) sur l'ensemble des stations (excepté sur la station SB Ref Sud), il semble que la zone d'étude présente une perturbation (faible, et moyenne sur B04), notamment au regard d'un enrichissement en matière organique.

La qualité écologique du site, au regard des peuplements benthiques, reste cependant bonne du fait de la forte présence d'espèces du groupe III.

La qualité écologique au regard des critères DCE est considérée comme « bonne » sur les stations d'étude et « moyenne » sur la station B04.

L'analyse des données écologiques recueillies entre 2008 et 2023 semble indiquer un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. Ceci est assez visible entre le suivi 2020 et le suivi 2022.

D'une année sur l'autre, les espèces majoritaires ou structurantes sont effectivement plus ou moins abondantes ou même différentes. Deux espèces présentent néanmoins des valeurs plus ou moins stables dans le temps : le mollusque *Corbula gibba* et l'ophiure *Amphiura chiajei*. Cette forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due aux facteurs environnementaux qui influent fortement sur le milieu et ont donc une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu. Les paramètres fluctuent donc d'une année à l'autre.

L'étude de 2008 montrait ainsi des valeurs de diversités spécifiques élevées. En 2010, la diversité spécifique diminuait au profit de la diversité écologique (indice de Shannon). L'année 2012 montrait ensuite une chute globale de la diversité écologique et spécifique, et un retour positif de la diversité spécifique était observé en 2014. En 2016, cette dernière était de nouveau diminuée de façon générale, mis à part sur les stations Ref Canal du Rhône et sur la station au droit du rejet B01 où la richesse spécifique avait augmenté entre 2014 et 2016. L'année 2018 montrait une baisse de la diversité et de la densité même si les stations présentent des peuplements équilibrés. L'année 2020 montrait une nouvelle fois une baisse de la diversité et de la densité et les peuplements montrent également des signes de déséquilibres.

L'année 2023 révèle une augmentation de la diversité et de l'équilibre des peuplements surtout pour les stations de référence et la station B01 dont les valeurs se rapprochent des années 2008 et 2010 ; années présentant des peuplements plus stables.

Les résultats obtenus témoignent de légères perturbations au droit du rejet et sur les stations de références équivalentes aux suivis antérieurs (2012-2020).



4 SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET CONCLUSION

L'activité sidérurgique de la société ASCOMETAL entraîne l'évacuation d'un rejet aqueux au niveau du milieu marin. Une étude d'impact a été réalisée en 2008 et, à sa suite, un suivi régulier à 2 ans d'intervalle a été mis en place à dater de 2010.

Le suivi réalisé en 2022 a permis de mettre en évidence les niveaux de contamination du milieu au niveau des sédiments et de la matière vivante (espèce bioindicatrice) ; et d'établir un diagnostic de l'état des peuplements benthiques.

En 2022, les mesures d'autosurveillance, montrent plusieurs petits pics pour plusieurs paramètres et substances surveillées. Ces pics correspondent à des hausses de concentration notamment en étain en février, mai et décembre, et de nickel en janvier.

Les résultats de l'autosurveillance au fil des années montrent une nette amélioration de la qualité des eaux de rejet. Cette amélioration est visible notamment entre 2014 et 2022. Les valeurs des éléments testés au-delà des seuils sont très faibles.

Les mesures granulométriques effectuées sur les sédiments en 2022 ont montré que la majorité des échantillons prélevés disposaient de gammes de taille des particules relativement équivalentes.

Cependant, comme pour les suivis précédents, il est important de noter la part plus importante de sable caractérisant l'échantillon SB Ref Sud vis-à-vis des autres stations échantillonnées. Cette proportion tendait à diminuer entre 2012 et 2016 et à augmenter entre 2018 et 2022 mais reste dans l'ensemble stable. Parmi les échantillons prélevés à proximité du rejet (SB1, SB2, SB3, SB4 et S5), les sédiments des stations ont vu leur proportion de fines plutôt stable entre 2018 et 2022 là où une augmentation avait été constatée entre 2016 et 2018. Les autres prélèvements présentent des taux plutôt stables en particules de diamètre inférieur à 63 μm () mis à part la station de référence Lag Asco qui avait eu sa proportion de sédiments fins réaugmenter considérablement en 2020 et dont le constat est encore visible en 2023.

L'envasement global de la zone proximité du rejet est de nouveau visible lors de cette campagne contrairement au suivi 2020.

Une augmentation notable de la part de fine était également observable au nord de la zone au niveau de la station SB Ref Canal du Rhône entre 2014 et 2016. La proportion relevée dans l'échantillon de 2018 dépassait la valeur mesurée en 2012. L'ensablement observé en 2020 et 2022 est comparable aux données de 2014.

Ces variations peuvent entraîner une évolution de la contamination de la darse liée à la présence de particules fines.

La contamination organique dans la darse est relativement stable depuis 2010. Elle est plus importante au niveau des stations de mesure SB1, SB2, SB3, SB4 et S5 situées en face et autour du rejet et au sud de celui-ci. Une légère augmentation est visible sur la station de la lagune ASCOMETAL entre 2020 et 2023, cependant la valeur du suivi annuel reste élevée.

La contamination générale de la darse en 2014 rendait difficile la discrimination des effets du rejet sur la concentration des composés organiques des sédiments prélevés au cours du suivi. L'augmentation de la contamination relevée au droit du rejet et dans la lagune amène à penser que celui-ci aurait une influence sur la contamination des sédiments situés à sa proximité immédiate (SB1, SB2). Néanmoins, la contamination des sédiments de la darse en composés organiques est généralisée sur l'ensemble des stations ce qui permet de supposer que la contamination de la zone d'étude provient aussi d'autres sources en plus du rejet de l'usine ASCOMETAL.

Concernant les métaux, les concentrations restent pour le suivi 2022 relativement équivalentes aux valeurs mesurées en 2020 sur l'ensemble des stations exceptées au droit du rejet sur la station SB1 ; où des fortes valeurs sont encore visibles bien qu'en baisse pour certains éléments et en hausse pour d'autres (étain, fer, aluminium, manganèse).

Les éléments pour lesquels les concentrations ont le plus augmenté ne sont pas les mêmes selon les stations. On note toutefois une augmentation de la concentration entre 2020 et 2022 de certains composants sur les stations S5, SE Lag Asco et SB1.

Le fer présente également une légère augmentation sur quelques stations, dont celle située au droit du rejet.

La station présentant la plus forte augmentation de concentration en métaux est la station SE Lag Asco et globalement celle qui présente le plus de diminution est la station SB Ref Canal du Rhône. L'élément présentant une grosse augmentation sur la station de la lagune est l'Aluminium, les augmentations des autres éléments sont plutôt compris entre 0 et 50%.

Le cuivre a nettement diminué entre le suivi 2020 et 2022 sur la station SB Ref Canal du Rhône.

Dans ce contexte de contamination généralisée, l'impact du rejet sur la contamination métallique du milieu marin en 2023 est difficilement discriminable.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2023. Sur toutes les stations, les concentrations sont légèrement plus basse ou équivalentes à celles de 2020.

Les stations situées au droit du rejet ne présentent pas, comme en 2020, une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse hormis en Benzo(b)fluoranthène pour la station SB1 dont la concentration s'élève à 130 µg/kg MS.

L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2023 montrent une concentration maximale au niveau de la station S5. Entre 2020 et 2023, l'indice hydrocarbure a diminué sur les stations SB Ref Canal du Rhône, S6, SB4, SB1, SB2 et SB Ref Arcelor et a augmenté sur les stations SB3, S5 et SB Ref Sud.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAPs réglementaires.



Une nette augmentation de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2023. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.

Aucune contamination et aucun impact du rejet sur la concentration en PCB des sédiments ne sont observés en 2023.

Concentrations en métaux dans les chaires de moules :

Les concentrations en métaux dans les moules ont beaucoup baissé depuis les suivis des années 2010 à 2016. En effet, depuis 2018 ces concentrations se stabilisent à des niveaux faibles. On observe tout de même des concentrations légèrement plus élevées en 2023 qu'en 2020 pour le Cadmium, le Fer, le Plomb et le Zinc.

Concentrations en HAPs dans les chaires de moules :

La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les moules a eu tendance à diminuer depuis le suivi de 2014 jusqu'en 2020 mais les analyses du suivi 2022 révèlent une augmentation de ces concentrations à un niveau proche de celui de 2014. Cette année, les moules de la station MV2 située proche du droit de rejet sont particulièrement plus contaminées.

Concentrations en PCB dans les chaires de moules :

A l'exception du suivi de l'année 2018 dont les valeurs semblent avoir été biaisées, tous les suivis des autres années ont présenté des niveaux de contamination très élevés en PCB pour chaque station étudiée, ceci est notamment dû à de fortes concentrations en PCB 138 et PCB 153 dans les chaires de moules. En 2023, une diminution de la contamination en PCB semble être observée avec un niveau de contamination « de base » pour quatre des cinq stations étudiées (MV Canal du Rhône, MV1, MV Ref Arcelor et MV Ref Sud). Cependant, la station MV2 située à proximité du droit de rejet présente quant à elle un niveau de contamination très élevé avec une somme des 7 PCB atteignant 148 µg/kg de MS, ce qui représente la concentration la plus élevée jamais enregistrée pour cette station depuis le début des suivis.

Les moules récoltées au niveau de la station MV2 qui se situe à proximité du droit de rejet ont présenté des concentrations élevées en PCB et HAP. L'impact du rejet sur la contamination du milieu peut donc être considéré comme potentiel même si d'autres sources de contamination au niveau de la zone d'étude peuvent vraisemblablement entrer en jeu.

Les concentrations différentes retrouvées dans le sédiment et les moules peuvent s'expliquer par le fait que les moules sont des bio-indicateurs et mettent en évidence des pollutions plutôt chroniques ou sur de plus longues périodes et que les résultats visibles pour les sédiments témoignent sûrement d'un épisode ponctuel de pollution.

L'impact du rejet est un peu plus élevé en 2022 qu'en 2020, notamment au droit du rejet (SB1) notamment pour tous les éléments organiques et quelques métaux.

Les valeurs mesurées sont cependant plutôt faibles à moyennes au regard des seuils existants et des données mesurées dans les réseaux de surveillance (REPOM, ROCCH) pour l'ensemble des stations excepté pour la station de la Lagune et selon les éléments mesurés pour la station SB1 pour lesquelles les valeurs sont plutôt élevées au regard de ces seuils.

Les concentrations des différents HAP dans les sédiments sont dans l'ensemble relativement faibles en 2023. Sur toutes les stations, les concentrations sont légèrement plus basse ou équivalentes à celles de 2020.

Les stations situées au droit du rejet ne présentent pas, comme en 2020, une contamination plus élevée par rapport aux autres stations de la darse hormis en Benzo(b)fluoranthène pour la station SB1 dont la concentration s'élève à 130 µg/kg MS.

L'impact du rejet sur la contamination du milieu par les HAPs peut donc être considéré comme potentiel. Il existe en revanche vraisemblablement plusieurs autres sources de contamination du milieu au niveau de la zone d'étude.

Contrairement aux valeurs révélées par la somme des 16 HAP, les indices hydrocarbures calculés en 2023 montrent une concentration maximale au niveau de la station S5. Entre 2020 et 2023, l'indice hydrocarbure a diminué sur les stations SB Ref Canal du Rhône, S6, SB4, SB1, SB2 et SB Ref Arcelor et a augmenté sur les stations SB3, S5 et SB Ref Sud.

L'indice hydrocarbure prend en compte un plus grand nombre de congénères que les seuls 16 HAPs réglementaires.

Une nette augmentation de cet indice est également mesurée dans la lagune. Le rejet a une influence sur la concentration en HAP dans la darse en 2023. En revanche, les valeurs mesurées restent faibles au regard des seuils définis par le RLM.

Aucune contamination et aucun impact du rejet sur la concentration en PCB des sédiments ne sont observés en 2023.

L'analyse des données écologiques recueillies entre le suivi 2008 et le suivi 2022 semble indiquer un dysfonctionnement du recrutement de certaines espèces entre les années. Ceci est assez visible entre le suivi 2020 et le suivi 2022.

D'une année sur l'autre, les espèces majoritaires ou structurantes sont effectivement plus ou moins abondantes ou même différentes. Deux espèces présentent néanmoins des valeurs plus ou moins stables dans le temps : le mollusque *Corbula gibba* et l'ophiure *Amphiura chiajei*. Cette forte variabilité d'abondance de certaines espèces peut être due aux facteurs environnementaux qui influent fortement sur le milieu et ont donc une répercussion sur le développement de certaines espèces, sur la richesse spécifique et sur l'abondance des populations présentes dans le milieu. Les paramètres fluctuent donc d'une année à l'autre.

Les résultats obtenus témoignent de légères perturbations au droit du rejet et sur les stations de références équivalentes aux suivis antérieurs (2012-2020).



L'analyse des données benthiques n'indique pas de relations fortes et significatives entre l'influence éventuelle du rejet ASCOMETAL et les perturbations des indices écologiques mesurées dans les échantillons pour le suivi de 2022 et depuis 2008.

L'analyse des différents compartiments (sédiment, matière vivante et peuplements benthique) montre que le rejet a une incidence notable en 2022 sur son milieu récepteur. Des fluctuations de certains paramètres analysés indiquent qu'il contribue ponctuellement à la contamination du milieu, notamment aux vues des résultats des éléments (métaux, éléments organiques) mesurés dans les sédiments au droit du rejet (SB1). Il est à noter que la darse est soumise à de multiples sources d'apports et les évolutions du milieu y apparaissent complexes d'un suivi à l'autre.

Dans ce contexte, nous préconisons de poursuivre ce suivi tous les deux ans.

BIBLIOGRAPHIE

- ALZIEU C. 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed.Ifremer, 248 p.
- ANDRAL B., ALZIEU C., BERTRANDY M-C., BOISSERRY P., DAURE S., PATRONE., REBOUILLON P., THEBAULT H., 2002. Les guides méthodologiques du RLM. Evaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment. Réseau Littoral Méditerranéen.
- ANDRAL B., TOMASINO C., 2004. Réseau Intégrateurs Biologiques - RINBIO 2003 : Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation des stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2003. Ifremer publ., 75 p.
- ANDRAL B., TOMASINO C., 2007. Réseau Intégrateurs Biologiques - RINBIO 2006 : Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation des stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2006. Ifremer publ., 102 p.
- BRAVARD J.P. & CLEMENT A., 2008. Le Rhône en 100 questions. Zone Atelier du Bassin du Rhône. 297pp.
- Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2019. Résultats acquis jusqu'en 2019. Ifremer/ODE/UL/LER-PAC/20-05, 125 p
- CQEL 13 - DDTM 13 / Service de la Mer et du Littoral / REPOM 2014 - Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.
- CREOCEAN, 2008. Etude d'impact des rejets aqueux sur le milieu marin de la Darse 1. ASCO INDUSTRIE/CREOCEAN.
- HERMAND R., 2008. Réponse d'une communauté macrobenthique méditerranéenne soumise à des apports sédimentaires allochtones naturels ou anthropiques. Thèse de doctorat - Université Aix-Marseille II. 234pp.
- IFREMER, 2008. Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires - Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.
- IFREMER, 2010. RINBIO 2009 - Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2009. 88pp.
- IFREMER, 2012. Qualité du Milieu Marin Littoral - Bulletin de la surveillance 2011. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse. Rapport RST/ODE/LER-PAC/12-08, 80 p.



IFREMER, 2013. Réseaux de surveillance DCE - Campagne 2012 - District « Rhône et côtiers méditerranéens », 132pp.

IFREMER, 2014. Qualité du Milieu Marin Littoral - Bulletin de la surveillance 2013. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse. Rapport ODE/LITTORAL/LER-PAC/14-07, 81 p.

IFREMER, 2018. Marco-Miralles Françoise, Orsoni Valerie, Brach-Papa Christophe. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2017. Départements des Bouches du Rhône, du Var, des Alpes Maritimes et de Haute-Corse. ODE/UL/LER-PAC/18-06.

LICARI M-L., 1998. Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire. IARE / Région PACA / Agence de l'Eau RMC, 315 p.

RNO, 2006. Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 2006. Ifremer et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. ISSN 1620-1124

OSPAR, 2004. Lignes directrices OSPAR remaniées sur la gestion des matériaux de dragage. 33 p.

SAFEGE, 2011. Suivi de l'impact des rejets d'ASCO INDUSTRIE sur le milieu marin. ASCO INDUSTRIE/SAFEGE.

NORTEKMED / OCEANIDES, 2010. Projet de réaménagement des plages du golfe de Fos - Mesures des courants marins et de houle / Mesures météorologiques. SAN Ouest Provence. 96pp.

ULSES C., 2002. Modélisation de la circulation dans le golfe de Fos. Rapport de stage (3ème année d'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Marseille). 109pp.



ANNEXES

ANNEXE 01 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE EUROFINS

SETEC ENERGIE ENVIRONNEMENT
Claire ETIENNE

15/17 Rue Mirabeau

83100 TOULON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +333 8802 9020

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	SB Ref Canal du Rhône
002	Sédiments	(SED)	S6
003	Sédiments	(SED)	SB4
004	Sédiments	(SED)	SB1
005	Sédiments	(SED)	SE Lag ASCO
006	Sédiments	(SED)	SB2
007	Sédiments	(SED)	SB Ref Arcelor
008	Sédiments	(SED)	SB3
009	Sédiments	(SED)	S5
010	Sédiments	(SED)	SB Ref Sud

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SB Ref
Canal du
Rhône
SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

002**S6****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

003**SB4****SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

004**SB1****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

005**SE Lag
ASCO****SED**

21/02/2023

21/03/2023

5.3°C

006**SB2****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : **Prétraitement et
séchage à 40°C**

* Fait * Fait * Fait * Fait * Fait * Fait

LSA07 : **Matière sèche**

% P.B.

* 63.4 * 71.1 * 47.8 * 56.3 * 13.8 * 48.3

XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**

% P.B.

* 10.3 * 32.3 * 36.5 * 44.6 * 1.88 * 39.6

Mesures physiques

LS918 : **Masse volumique sur
échantillon brut**

g/cm³

1.54 2.07 1.49 1.55 1.22 1.43

LS901 : **Matières organiques à
500°C (= MVS Mat. Volatiles)**

% MS

4.4 3.5 7.6 7.5 12.8 7.2

LS995 : **Perte au feu à 550°C**

% MS

4.47 3.89 8.10 8.24 15.8 8.36

Granulométrie

LS4WH : **Pourcentage cumulé
0.02 à 2 µm**

%

* 5.25 * 5.92 * 9.06 * 9.17 * 6.80 * 8.55

LS4P2 : **Pourcentage cumulé
0.02 à 20 µm**

%

* 39.47 * 44.97 * 71.65 * 72.60 * 37.80 * 67.47

LSQK3 : **Pourcentage cumulé
0.02 à 63 µm**

%

* 53.49 * 58.72 * 94.35 * 92.36 * 83.51 * 85.86

LS3PB : **Pourcentage cumulé
0.02 à 200 µm**

%

* 90.59 * 89.61 * 99.89 * 98.31 * 92.64 * 95.41

LS9AT : **Pourcentage cumulé 0.02
à 2000 µm**

%

* 100.00 * 100.00 * 100.00 * 100.00 * 100.00 * 100.00

LS9AS : **Fraction 2 - 20 µm**

%

* 34.22 * 39.05 * 62.59 * 63.43 * 31.00 * 58.92

LSSKU : **Fraction 20 - 63 µm**

%

* 14.02 * 13.75 * 22.71 * 19.76 * 45.71 * 18.40

LS9AV : **Fraction 63 - 200 µm**

%

* 37.10 * 30.89 * 5.53 * 5.95 * 9.13 * 9.54

LS3PC : **Fraction 200 - 2000 µm**

%

* 9.41 * 10.39 * 0.11 * 1.69 * 7.36 * 4.59

Analyses immédiates

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003	004	005	006
SB Ref	S6	SB4	SB1	SE Lag	SB2
Canal du				ASCO	
Rhône					
SED	SED	SED	SED	SED	SED
21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023
23/02/2023	22/02/2023	23/02/2023	22/02/2023	21/03/2023	22/02/2023
5.3°C	5.3°C	5.3°C	5.3°C	5.3°C	5.3°C

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O

pH extrait à l'eau

Température de mesure du pH

°C

8.8	8.7	8.9	8.8	7.7	9.0
18	18	18	22	20	20

Indices de pollution

LKX80 : Mise en solution KCl		Fait	Fait	Fait	Fait	Fait	Fait
LS1Z8 : Ammonium extrait au KCl (NH4)	mg NH4/kg M.S.	53.3	29.9	<30.0	156	271	32.4
LS904 : Mise en solution (Lixiviation 1 heure)		Fait	Fait	Fait	Fait	Fait	Fait
LS0DR : Fluorure soluble	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
LS1MD : Nitrate soluble (NO3)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<21.8	<20.0	<76.3	<20.1
LS1ME : Nitrite soluble (NO2)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
LS1MF : Orthophosphate soluble (PO4-P)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	* 1.1	* 1.0	* 2.0	* 1.8	* 2.5	* 1.7
ZS02S : Chrome VI	mg/kg M.S.	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
LS917 : Cyanures totaux	mg/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1.6	<0.5
LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)							
Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg M.S.	* 10300	* 9950	* 28200	* 27800	* 38300	* 24800
Coefficient de variation (CV)	%	* 14.1					

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	* 7170	* 7480	* 10900	* 11500	* 8470	* 11500
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	* 6.89	* 12.0	* 11.9	* 15.5	* 56.2	* 11.8

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
SB Ref
Canal du
Rhône
SED
002
S6
003
SB4
004
SB1
005
SE Lag
ASCO
006
SB2
SED**SED****SED****SED****SED****SED**

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

23/02/2023

22/02/2023

23/02/2023

22/02/2023

21/03/2023

22/02/2023

5.3°C

5.3°C

5.3°C

5.3°C

5.3°C

5.3°C

Métaux

LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	11.3	*	13.1	*	23.6	*	35.4	*	1410	*	23.2
LS875 : Etain (Sn)	mg/kg M.S.	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	6.71	*	120	*	<5.00
LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S.	*	16000	*	18500	*	33700	*	38600	*	224000	*	30600
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	*	379	*	448	*	491	*	559	*	7820	*	488
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	15.5	*	21.0	*	23.4	*	34.3	*	322	*	25.2
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	525	*	565	*	620	*	679	*	6830	*	571
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	14.9	*	28.5	*	29.0	*	49.9	*	2010	*	29.7
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	53.0	*	68.7	*	89.6	*	171	*	10300	*	89.1
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	0.11	*	<0.10	*	0.19	*	0.18
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.10	*	0.10	*	0.15	*	0.21	*	1.22	*	0.14
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	22.3	*	20.8	*	42.3	*	71.5	*	2080	*	44.4
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		1200		1290		1420		1560		15700		1310

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches)													
(C10-C40)													
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	31.8	*	61.5	*	103	*	137	*	11100	*	102
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		1.13		5.58		3.44		1.99		1070		3.99
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		2.00		8.53		11.2		16.9		1240		11.7
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		9.61		18.9		32.7		48.4		4660		37.0
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		19.1		28.5		55.6		70.1		4160		49.2
ZS0DY : Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40													
> C10 - C12 inclus (%)	%		0.73		3.99		1.23		0.35		0.04		1.51
> C12 - C16 inclus (%)	%		2.83		5.09		2.11		1.10		9.60		2.41
> C16 - C20 inclus (%)	%		1.77		8.51		5.53		7.50		6.29		6.37
> C20 - C24 inclus (%)	%		8.42		11.56		10.57		9.31		11.63		11.86

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SB Ref
Canal du
Rhône****SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

002**S6****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

003**SB4****SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

004**SB1****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

005**SE Lag
ASCO****SED**

21/02/2023

21/03/2023

5.3°C

006**SB2****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

Hydrocarbures totaux

ZS0DY : **Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40**

> C24 - C28 inclus (%)	%	14.75	15.17	15.80	19.12	22.34	18.15
> C28 - C32 inclus (%)	%	29.98	24.30	27.15	25.27	37.08	23.38
> C32 - C36 inclus (%)	%	39.16	25.77	25.17	37.34	10.83	28.30
> C36 - C40 exclus (%)	%	2.37	5.62	12.43	0.01	2.19	8.03
> C10 - C12 inclus	mg/kg M.S.	0.23	2.45	1.27	0.48	4.45	1.54
> C12 - C16 inclus	mg/kg M.S.	0.90	3.13	2.17	1.51	1069	2.46
> C16 - C20 inclus	mg/kg M.S.	0.56	5.23	5.69	10.30	700.4	6.49
> C20 - C24 inclus	mg/kg M.S.	2.68	7.11	10.88	12.79	1295	12.08
> C24 - C28 inclus	mg/kg M.S.	4.69	9.33	16.26	26.27	2488	18.49
> C28 - C32 inclus	mg/kg M.S.	9.53	14.94	27.94	34.72	4129	23.82
> C32 - C36 inclus	mg/kg M.S.	12.45	15.85	25.91	51.30	1206	28.83
> C36 - C40 exclus	mg/kg M.S.	0.75	3.46	12.79	0.01	243.9	8.18

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	<0.0022	*	<0.002	*	0.016	*	0.043	*	0.015	*	0.018
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	<0.0022	*	<0.002	*	0.012	*	0.027	*	0.011	*	0.0066
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	<0.0022	*	0.0045	*	0.044	*	0.092	*	0.063	*	0.029
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.018	*	0.023	*	0.067	*	0.073	*	0.11	*	0.052
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.013	*	0.014	*	0.058	*	0.062	*	0.045	*	0.041
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.02	*	0.019	*	0.064	*	0.058	*	0.062	*	0.054
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.011	*	0.012	*	0.038	*	0.056	*	0.042	*	0.03
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0058	*	0.0073	*	0.021	*	0.029	*	0.0092	*	0.016
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	0.0038	*	0.0043	*	0.0082	*	0.0076	*	0.0073	*	0.0065
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	<0.0022	*	0.0054	*	0.0021	*	0.018	*	0.0057	*	<0.0022
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0069	*	0.01	*	0.02	*	0.044	*	0.02	*	0.016

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
SB Ref
Canal du
Rhône
SED
002
S6
003
SB4
004
SB1
005
SE Lag
ASCO
006
SB2
SED**SED****SED****SED****SED**

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

21/02/2023

23/02/2023

22/02/2023

23/02/2023

22/02/2023

21/03/2023

22/02/2023

5.3°C

5.3°C

5.3°C

5.3°C

5.3°C

5.3°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.021	*	0.023	*	0.081	*	0.09	*	0.087	*	0.055
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.022	*	0.037	*	0.074	*	0.13	*	0.049	*	0.063
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.0066	*	0.02	*	0.022	*	0.03	*	0.012	*	0.018
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.013	*	0.016	*	0.057	*	0.066	*	0.033	*	0.039
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.014	*	0.016	*	0.047	*	0.061	*	0.043	*	0.039
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.16		0.21		0.63		0.89		0.61		0.48

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0017	*	0.0084	*	0.029	*	0.0015
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0036	*	0.022	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.001	*	0.0084	*	0.0012
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0048	*	0.0015
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	0.0029	*	0.0022	*	0.0027	*	0.052	*	0.0028
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0012	*	0.0036	*	0.0029	*	0.0028	*	0.043	*	0.0031
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	0.0023	*	<0.001	*	0.0011	*	0.039	*	<0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.004		0.011		0.009		0.020		0.198		0.011

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	2.4
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.		<10		<10		<10		<10		<10		<10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	*	2.3	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	3.6
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPHT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SB Ref
Canal du
Rhône
SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

002**S6****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

003**SB4****SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

004**SB1****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

005**SE Lag
ASCO****SED**

21/02/2023

21/03/2023

5.3°C

006**SB2****SED**

21/02/2023

22/02/2023

5.3°C

Organoétains

LS2IM : MonoOctyletain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IN : DiOctyletain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IP : Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
**SB Ref
Arcelor
SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

008
SB3
SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

009
S5
SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

010
SB Ref Sud
SED

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

Préparation Physico-Chimique

 XXS06 : **Prétraitement et
séchage à 40°C**

* Fait

* Fait

* Fait

* Fait

 LSA07 : **Matière sèche**

% P.B.

* 53.2

* 49.2

* 49.1

* 70.4

 XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**

% P.B.

* 21.6

* 15.7

* 24.4

* 4.88

Mesures physiques

 LS918 : **Masse volumique sur
échantillon brut**

g/cm³

1.54

1.70

1.99

1.87

 LS901 : **Matières organiques à
500°C (= MVS Mat. Volatiles)**

% MS

5.4

7.6

2.7

1.9

 LS995 : **Perte au feu à 550°C**

% MS

21.5

9.62

8.66

2.02

Granulométrie

 LS4WH : **Pourcentage cumulé
0.02 à 2 µm**

%

* 6.43

* 10.85

* 10.54

* 1.36

 LS4P2 : **Pourcentage cumulé
0.02 à 20 µm**

%

* 47.81

* 74.80

* 75.31

* 9.92

 LSQK3 : **Pourcentage cumulé
0.02 à 63 µm**

%

* 62.23

* 93.03

* 93.27

* 14.45

 LS3PB : **Pourcentage cumulé
0.02 à 200 µm**

%

* 85.78

* 99.38

* 99.77

* 75.06

 LS9AT : **Pourcentage cumulé 0.02
à 2000 µm**

%

* 100.00

* 100.00

* 100.00

* 100.00

 LS9AS : **Fraction 2 - 20 µm**

%

* 41.38

* 63.95

* 64.76

* 8.56

 LSSKU : **Fraction 20 - 63 µm**

%

* 14.41

* 18.23

* 17.96

* 4.53

 LS9AV : **Fraction 63 - 200 µm**

%

* 23.55

* 6.35

* 6.51

* 60.62

 LS3PC : **Fraction 200 - 2000 µm**

%

* 14.22

* 0.62

* 0.23

* 24.94

Analyses immédiates

 LSL4H : **pH H2O**

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
**SB Ref
Arcelor
SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

008
SB3
SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

009
S5
SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

010
SB Ref Sud
SED

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O

pH extrait à l'eau

Température de mesure du pH

°C

8.9

8.7

8.7

8.9

18

20

21

17

Indices de pollution

LKX80 : Mise en solution KCl

 LS1Z8 : Ammonium extrait au
KCl (NH4)

 mg NH4/kg
M.S.

Fait

Fait

Fait

Fait

37.0

49.3

36.5

36.1

 LS904 : Mise en solution
(Lixiviation 1 heure)

Fait

Fait

Fait

Fait

LS0DR : Fluorure soluble

mg/kg M.S.

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

LS1MD : Nitrate soluble (NO3)

mg/kg M.S.

28.5

<20.6

<21.2

22.8

LS1ME : Nitrite soluble (NO2)

mg/kg M.S.

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

 LS1MF : Orthophosphate soluble
(PO4-P)

mg/kg M.S.

<20.0

<20.0

<20.0

<20.0

LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)

g/kg M.S.

*

1.5

*

2.00

*

1.8

*

<0.5

ZS02S : Chrome VI

mg/kg M.S.

<0.50

<0.50

<0.50

<0.50

LS917 : Cyanures totaux

mg/kg M.S.

<0.5

<0.5

<0.5

<0.5

 LSSKM : Carbone organique total
(COT) par combustion sèche
(Sédiments)

mg/kg M.S.

*

20000

*

25800

*

27800

*

<5090

Métaux

 XXS01 : Minéralisation eau
régale - Bloc chauffant

*

Fait

*

Fait

*

Fait

*

Fait

LS862 : Aluminium (Al)

mg/kg M.S.

*

9010

*

11800

*

12500

*

5100

LS865 : Arsenic (As)

mg/kg M.S.

*

9.08

*

13.1

*

12.8

*

6.28

LS874 : Cuivre (Cu)

mg/kg M.S.

*

17.5

*

24.1

*

36.3

*

<5.00

LS875 : Etain (Sn)

mg/kg M.S.

*

<5.00

*

<5.00

*

<5.13

*

<5.00

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007	008	009	010
SB Ref	SB3	S5	SB Ref Sud
Arcelor			
SED	SED	SED	SED
21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023
23/02/2023	24/02/2023	24/02/2023	23/02/2023
5.3°C	5.3°C	5.3°C	5.3°C

Métaux

LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S.	*	29700	*	33700	*	29900	*	10700
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	*	405	*	492	*	541	*	320
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	19.7	*	25.2	*	27.9	*	12.0
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	516	*	585	*	697	*	368
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	22.8	*	29.3	*	37.8	*	6.83
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	71.5	*	90.9	*	134	*	30.8
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	0.15	*	0.11	*	<0.10
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.12	*	0.15	*	0.23	*	<0.10
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	33.5	*	37.5	*	44.7	*	15.9
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		1180		1340		1600		844

Hydrocarbures totaux

LS919 : **Hydrocarbures totaux (4 tranches)
(C10-C40)**

Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	128	*	119	*	275	*	<15.0
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		13.4		8.37		10.1		-
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		20.1		14.4		32.7		-
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		43.1		37.2		94.5		-
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		51.3		59.3		137		-

ZS0DY : **Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40**

> C10 - C12 inclus (%)	%		3.69		2.79		0.63		-
> C12 - C16 inclus (%)	%		6.75		4.23		3.04		-
> C16 - C20 inclus (%)	%		8.70		6.33		5.97		-
> C20 - C24 inclus (%)	%		13.48		5.72		11.62		-
> C24 - C28 inclus (%)	%		18.02		20.94		18.82		-
> C28 - C32 inclus (%)	%		24.90		22.92		23.74		-
> C32 - C36 inclus (%)	%		18.51		22.56		25.06		-

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007	008	009	010
SB Ref	SB3	S5	SB Ref Sud
Arcelor			
SED	SED	SED	SED
21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023	21/02/2023
23/02/2023	24/02/2023	24/02/2023	23/02/2023
5.3°C	5.3°C	5.3°C	5.3°C

Hydrocarbures totaux

ZS0DY : **Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40**

	%	5.94	14.51	11.12	-
> C36 - C40 exclus (%)					
> C10 - C12 inclus	mg/kg M.S.	4.72	3.33	1.73	-
> C12 - C16 inclus	mg/kg M.S.	8.63	5.05	8.35	-
> C16 - C20 inclus	mg/kg M.S.	11.13	7.55	16.39	-
> C20 - C24 inclus	mg/kg M.S.	17.24	6.82	31.91	-
> C24 - C28 inclus	mg/kg M.S.	23.05	24.98	51.68	-
> C28 - C32 inclus	mg/kg M.S.	31.84	27.34	65.19	-
> C32 - C36 inclus	mg/kg M.S.	23.67	26.91	68.82	-
> C36 - C40 exclus	mg/kg M.S.	7.60	17.31	30.54	-

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.011	*	0.051	*	0.045	*	<0.002
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.009	*	0.025	*	0.018	*	<0.002
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.038	*	0.095	*	0.092	*	<0.002
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.045	*	0.067	*	0.085	*	<0.002
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.048	*	0.05	*	0.059	*	0.0022
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.049	*	0.067	*	0.079	*	0.0026
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.031	*	0.039	*	0.039	*	<0.002
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.015	*	0.015	*	0.021	*	<0.002
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	0.0058	*	0.0085	*	0.008	*	<0.002
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	0.0075	*	<0.0021	*	0.0053	*	<0.002
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.023	*	0.022	*	0.022	*	<0.002
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.051	*	0.082	*	0.11	*	<0.002
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.08	*	0.076	*	0.089	*	0.003
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.029	*	0.02	*	0.024	*	<0.002
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.042	*	0.052	*	0.061	*	<0.002

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
**SB Ref
Arcelor
SED**

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

008
SB3
SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

009
S5
SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

010
SB Ref Sud
SED

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRXH : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.04	*	0.049	*	0.061	*	<0.002
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.52		0.72		0.82		0.008

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	0.0011	*	0.0043	*	0.0029	*	<0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	0.0013	*	0.0012	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	0.0011	*	0.0011	*	<0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	0.001	*	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	0.0016	*	0.0031	*	0.003	*	<0.001
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0019	*	0.0043	*	0.0038	*	<0.001
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	0.0018	*	<0.001	*	<0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.007		0.016		0.014		0.004

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	2.3	*	<2.0
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	*	2.8	*	<2.0	*	3.3	*	<2.0
LS2IJ : Tétra-butylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.		<10		<10		<10		<10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	*	3.6	*	<2.0	*	3.6	*	<2.0
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPHT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IM : MonoOctylétain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IN : DiOctylétain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007

**SB Ref
Arcelor**

SED

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

008

SB3

SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

009

S5

SED

21/02/2023

24/02/2023

5.3°C

010

SB Ref Sud

SED

21/02/2023

23/02/2023

5.3°C

Organoétains

LS2IP : **Tricyclohexyletain
cation-Sn (TcHexT)**

µg Sn/kg M.S. *

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

*

<2.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

Observations	N° d'échantillon	Référence client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Naphtalène est LQ labo/2	(001)	SB Ref Canal du Rhône
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 118 est LQ labo/2	(004) (008)	SB1 / SB3 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 180 est LQ labo/2	(009)	S5
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118 est LQ labo/2	(002)	S6
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(010)	SB Ref Sud
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 180 est LQ labo/2	(001)	SB Ref Canal du Rhône
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 180 est LQ labo/2	(003) (007)	SB4 / SB Ref Arcelor /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 52, PCB 180 est LQ labo/2	(006)	SB2
Version modifiée suite à un changement de donnée(s) technique(s) fournie(s) par le client	(005)	SE Lag ASCO

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E030947

Version du : 04/04/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Date de réception technique : 22/02/2023

Première date de réception physique : 22/02/2023

Référence Dossier : N° Projet : 53733

Nom Projet : ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Référence Commande : Bon de commande

**Marion Medina**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 20 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :23E030947

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Emetteur : Mme Claire ETIENNE

Commande EOL : 006-10514-966932

Nom projet : N° Projet : 53733

Référence commande : Bon de commande

ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LKX80	Mise en solution KCl	Technique -				Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS0DR	Fluorure soluble	Potentiométrie (ESI) [Electrode spécifique] - Dosage selon NF T 90-004	20		mg/kg M.S.	
LS1MD	Nitrate soluble (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1	20		mg/kg M.S.	
LS1ME	Nitrite soluble (NO2)		20		mg/kg M.S.	
LS1MF	Orthophosphate soluble (PO4-P)		20		mg/kg M.S.	
LS1Z8	Ammonium extrait au KCl (NH4)	Titrimétrie [Distillation] - Méthode interne selon NFT 90-015-1	20		mg NH4/kg M.S.	
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)	GC/MS/MS [Dérivatation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	34%	µg Sn/kg M.S.	
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)		2	35%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IJ	Tétra-butylétain -Sn (TeBT)		10	45%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)		2	35%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPhT)		2	46%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctylétain cation-Sn (MOT)		2	40%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctylétain cation-Sn (DOT)		2	36%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)		2	35%	µg Sn/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0		%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17322	0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	30%	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	29%	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	37%	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm		0		%	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - Méthode interne	5	50%	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	50%	mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :23E030947

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Emetteur : Mme Claire ETIENNE

Commande EOL : 006-10514-966932

Nom projet : N° Projet : 53733

Référence commande : Bon de commande

ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS875	Etain (Sn)		5	30%	mg/kg M.S.	
LS876	Fer (Fe)		5	25%	mg/kg M.S.	
LS879	Manganèse (Mn)		1	30%	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	45%	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	30%	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	25%	mg/kg M.S.	
LS901	Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	Combustion - adaptée de XP P 94-047	0.1		% MS	
LS904	Mise en solution (Lixiviation 1 heure)	Lixiviation - Méthode interne				
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - Méthode interne (Sols) - NF EN 13342 (autres matrices)	0.5	35%	g/kg M.S.	
LS917	Cyanures totaux	Flux continu [Extraction basique et dosage par flux continu] - Adaptée de NF EN ISO 14403-2	0.5	40%	mg/kg M.S.	
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne			g/cm³	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 14039	15	45%	mg/kg M.S.	
	Indice Hydrocarbures (C10-C40)				mg/kg M.S.	
	HCT (nC10 - nC16) (Calcul)				mg/kg M.S.	
	HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)				mg/kg M.S.	
	HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)				mg/kg M.S.	
	HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)				mg/kg M.S.	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - Méthode interne	0.1	28%	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	30%	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1		% MS	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0		%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0		%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	5%	% P.B.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - Méthode interne	0.1	20%	mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul			mg/kg M.S.	
LSFEH	Somme PCB (7)				mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP				mg/kg M.S.	
LSL4H	pH H2O	Potentiométrie - NF ISO 10390				
	pH extrait à l'eau					

Annexe technique

Dossier N° :23E030947

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Emetteur : Mme Claire ETIENNE

Commande EOL : 006-10514-966932

Nom projet : N° Projet : 53733

Référence commande : Bon de commande

ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	Température de mesure du pH				°C	
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17503 - NF ISO 18287 (Sols)	0.002	46%	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.002	27%	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	39%	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	39%	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	32%	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphtène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments) Carbone Organique Total par Combustion Coefficient de variation (CV)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	40%	mg/kg M.S. %	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -				
XXS06	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464				
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamassage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464	1		% P.B.	
ZS02S	Chrome VI	Chromatographie ionique - UV/VIS [Digestion Alcaline] - NF EN ISO 15192	0.5	19%	mg/kg M.S.	
ZS0DY	Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 > C10 - C12 inclus (%) > C12 - C16 inclus (%) > C16 - C20 inclus (%)	Calcul - Méthode interne			% % %	

Annexe technique

Dossier N° :23E030947

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Emetteur : Mme Claire ETIENNE

Commande EOL : 006-10514-966932

Nom projet : N° Projet : 53733

Référence commande : Bon de commande

ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	> C20 - C24 inclus (%)				%	
	> C24 - C28 inclus (%)				%	
	> C28 - C32 inclus (%)				%	
	> C32 - C36 inclus (%)				%	
	> C36 - C40 exclus (%)				%	
	> C10 - C12 inclus				mg/kg M.S.	
	> C12 - C16 inclus				mg/kg M.S.	
	> C16 - C20 inclus				mg/kg M.S.	
	> C20 - C24 inclus				mg/kg M.S.	
	> C24 - C28 inclus				mg/kg M.S.	
	> C28 - C32 inclus				mg/kg M.S.	
	> C32 - C36 inclus				mg/kg M.S.	
	> C36 - C40 exclus				mg/kg M.S.	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 23E030947

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-066918-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-966932

Nom projet : N° Projet : 53733

Référence commande : Bon de commande

ASCOMETAL SUIVI 2022 FOS

Nom Commande : Analyses géoch sédiments (10ST)

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	SB Ref Canal du Rhône	21/02/2023 09:00:00	22/02/2023	22/02/2023		
002	S6	21/02/2023 09:00:00	22/02/2023	22/02/2023		
003	SB4	21/02/2023 09:00:00	22/02/2023	22/02/2023		
004	SB1	21/02/2023 09:00:00	22/02/2023	22/02/2023		
005	SE Lag ASCO	21/02/2023 09:00:00	17/03/2023	17/03/2023		
006	SB2	21/02/2023 09:00:00	22/02/2023	22/02/2023		
007	SB Ref Arcelor	21/02/2023 09:00:00	22/02/2023	22/02/2023		
008	SB3	21/02/2023 09:00:00	23/02/2023	23/02/2023		
009	S5	21/02/2023 09:00:00	23/02/2023	23/02/2023		
010	SB Ref Sud	21/02/2023 09:00:00	22/02/2023	22/02/2023		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 1 mars 2023 15:01:33

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

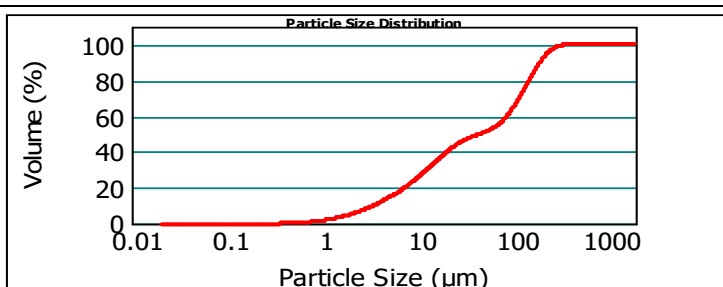
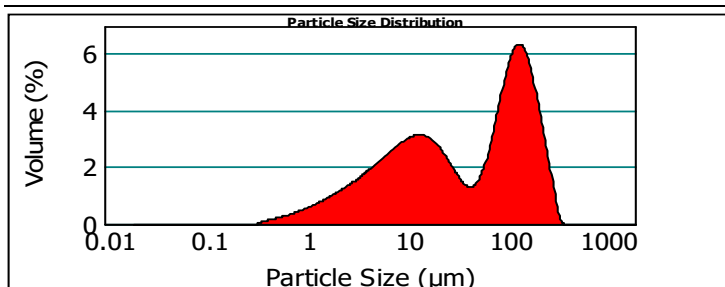
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
0.678 m ² /g	78.230 µm	44.255 µm	6385.675 µm ²	79.91 µm	1.767 µm	139.727 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 5.25%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 39.47%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 53.49%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 90.59%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 5.25%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 34.22%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 11.57%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 39.55%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 14.02%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 37.10%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 9.41%



23e030947-001 (SED) - Average

mercredi 1 mars 2023 15:01:33

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	1.77	6.000	4.66	20.000	6.55	100.000	15.85	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	3.48	8.000	4.09	30.000	3.10	150.000	10.72	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	1.68	10.000	8.13	40.000	1.91	200.000	5.78	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	4.61	15.000	1.31	50.000	2.45	250.000	2.75	800.000	0.00		
4.000	5.35	16.000	4.39	63.000	10.53	300.000	0.88	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	16.89	20.000	39.47	100.000	64.02	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	1.77	8.000	21.55	30.000	46.02	150.000	79.87	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	5.25	10.000	25.64	40.000	49.13	200.000	90.59	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	6.93	15.000	33.77	50.000	51.04	250.000	96.36	800.000	100.00		
4.000	11.54	16.000	35.08	63.000	53.49	300.000	99.12	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	12.16 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-002 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mardi 28 février 2023 14:06:11

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

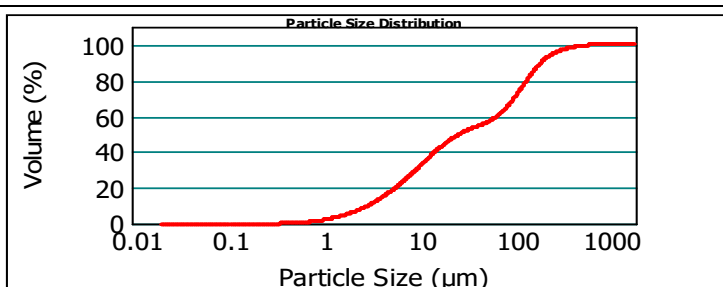
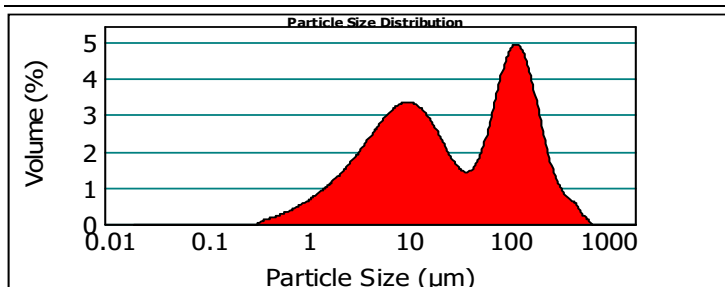
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
0.768 m ² /g	77.825 µm	27.968 µm	9837.663 µm ²	99.184 µm	2.782 µm	129.949 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 5.92%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 44.97%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 58.72%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 89.61%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 5.92%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 39.05%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 10.94%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 33.70%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 13.75%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 30.89%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 10.39%



23e030947-002 (SED) - Average

mardi 28 février 2023 14:06:11

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	1.94	6.000	5.71	20.000	5.88	100.000	12.80	400.000	0.98	1000.000	0.00
1.000	3.98	8.000	4.79	30.000	2.94	150.000	8.02	500.000	0.54	1500.000	0.00
2.000	1.98	10.000	8.74	40.000	2.12	200.000	4.33	600.000	0.16	2000.000	0.00
2.500	5.63	15.000	1.31	50.000	2.81	250.000	2.29	800.000	0.00		
4.000	6.69	16.000	4.19	63.000	10.07	300.000	2.08	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	20.22	20.000	44.97	100.000	68.79	400.000	98.31	1000.000	100.00
1.000	1.94	8.000	25.93	30.000	50.85	150.000	81.59	500.000	99.30	1500.000	100.00
2.000	5.92	10.000	30.72	40.000	53.79	200.000	89.61	600.000	99.84	2000.000	100.00
2.500	7.90	15.000	39.46	50.000	55.91	250.000	93.94	800.000	100.00		
4.000	13.53	16.000	40.77	63.000	58.72	300.000	96.23	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	7.47 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-003 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 1 mars 2023 14:39:54

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

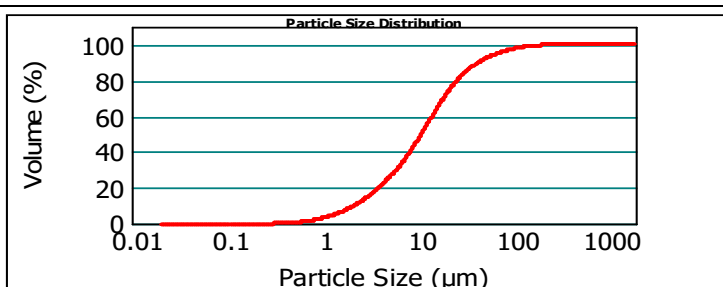
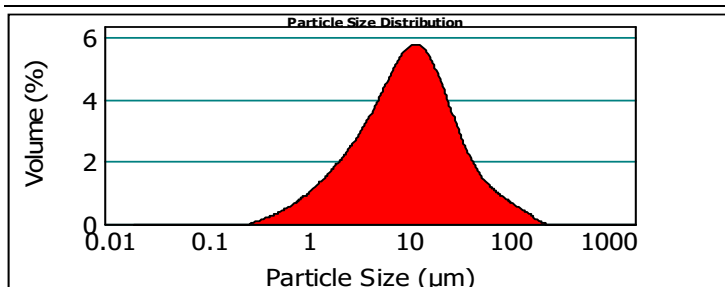
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
1.17 m ² /g	19.250 µm	11.041 µm	661.002 µm ²	25.709 µm	1.743 µm	12.912 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.06%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 71.65%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 94.35%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 99.89%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.06%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 62.59%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 20.26%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 7.98%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 22.71%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 5.53%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 0.11%



23e030947-003 (SED) - Average

mercredi 1 mars 2023 14:39:54

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	3.05	6.000	8.74	20.000	11.44	100.000	1.67	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	6.01	8.000	7.73	30.000	5.65	150.000	0.61	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	2.93	10.000	15.11	40.000	3.17	200.000	0.11	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	8.15	15.000	2.38	50.000	2.44	250.000	0.00	800.000	0.00		
4.000	9.75	16.000	7.79	63.000	3.25	300.000	0.00	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	29.90	20.000	71.65	100.000	97.61	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	3.05	8.000	38.63	30.000	83.09	150.000	99.27	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	9.06	10.000	46.37	40.000	88.74	200.000	99.89	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	11.99	15.000	61.48	50.000	91.91	250.000	100.00	800.000	100.00		
4.000	20.15	16.000	63.86	63.000	94.35	300.000	100.00	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	6.70 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-004 (SED) - Average

Date de l'analyse :

vendredi 3 mars 2023 13:59:04

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

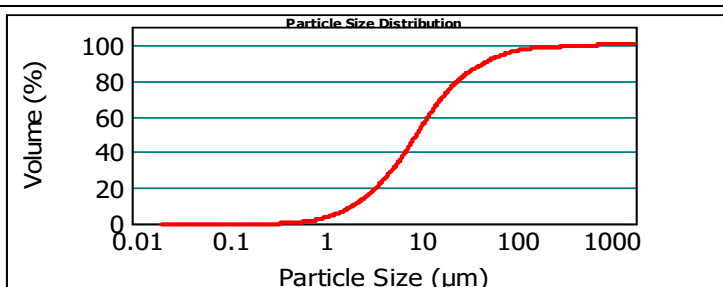
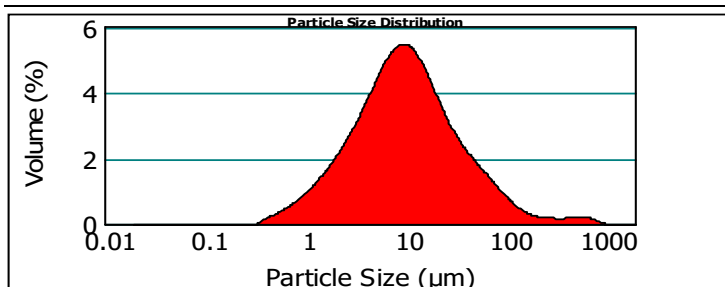
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
1.19 m ² /g	25.891 µm	9.957 µm	4344.56 µm ²	65.913 µm	2.6 µm	9.841 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.17%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 72.60%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 92.36%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 98.31%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 9.17%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 63.43%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 17.11%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 8.60%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 19.76%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 5.95%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 1.69%



23e030947-004 (SED) - Average

vendredi 3 mars 2023 13:59:04

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	2.87	6.000	9.55	20.000	9.16	100.000	1.66	400.000	0.26	1000.000	0.00
1.000	6.29	8.000	7.94	30.000	4.87	150.000	0.59	500.000	0.22	1500.000	0.00
2.000	3.19	10.000	13.99	40.000	3.08	200.000	0.30	600.000	0.32	2000.000	0.00
2.500	9.19	15.000	2.03	50.000	2.64	250.000	0.21	800.000	0.07		
4.000	11.12	16.000	6.42	63.000	3.70	300.000	0.30	900.000	0.02		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	32.67	20.000	72.60	100.000	96.06	400.000	99.11	1000.000	100.00
1.000	2.87	8.000	42.22	30.000	81.77	150.000	97.73	500.000	99.37	1500.000	100.00
2.000	9.17	10.000	50.16	40.000	86.64	200.000	98.31	600.000	99.59	2000.000	100.00
2.500	12.36	15.000	64.15	50.000	89.72	250.000	98.61	800.000	99.91		
4.000	21.55	16.000	66.18	63.000	92.36	300.000	98.82	900.000	99.98		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	6.41 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-005 (SED) - Average

Date de l'analyse :

lundi 3 avril 2023 14:32:14

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

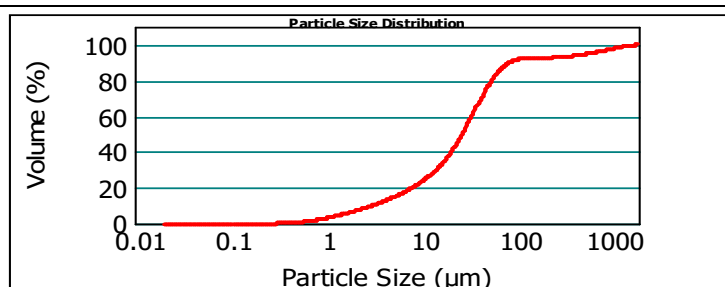
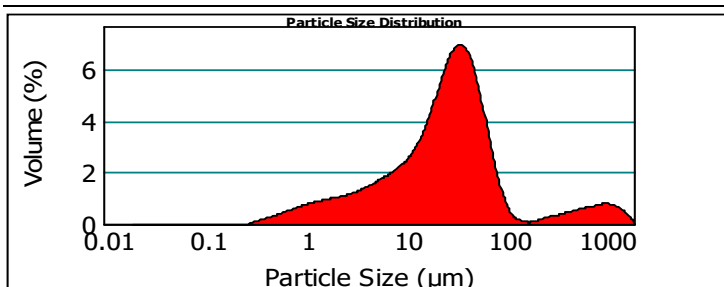
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
0.805 m ² /g	90.995 µm	27.997 µm	60856.414 µm ²	246.69 µm	3.25 µm	36.761 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.80%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 37.80%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 83.51%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 92.64%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.80%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 31.00%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 37.71%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 17.12%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 45.71%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 9.13%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 7.36%



23e030947-005 (SED) - Average

lundi 3 avril 2023 14:32:14

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	2.87	6.000	3.55	20.000	15.14	100.000	1.11	400.000	0.66	1000.000	1.90
1.000	3.93	8.000	3.19	30.000	12.98	150.000	0.15	500.000	0.66	1500.000	0.69
2.000	1.51	10.000	7.40	40.000	9.60	200.000	0.22	600.000	1.20	2000.000	
2.500	3.72	15.000	1.48	50.000	7.99	250.000	0.30	800.000	0.56		
4.000	4.11	16.000	6.03	63.000	7.87	300.000	0.65	900.000	0.53		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	16.15	20.000	37.80	100.000	91.38	400.000	93.80	1000.000	97.41
1.000	2.87	8.000	19.70	30.000	52.94	150.000	92.49	500.000	94.46	1500.000	99.31
2.000	6.80	10.000	22.90	40.000	65.92	200.000	92.64	600.000	95.12	2000.000	100.00
2.500	8.32	15.000	30.30	50.000	75.51	250.000	92.85	800.000	96.32		
4.000	12.04	16.000	31.78	63.000	83.51	300.000	93.15	900.000	96.88		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	6.32 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-006 (SED) - Average

Date de l'analyse :

vendredi 3 mars 2023 13:43:39

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

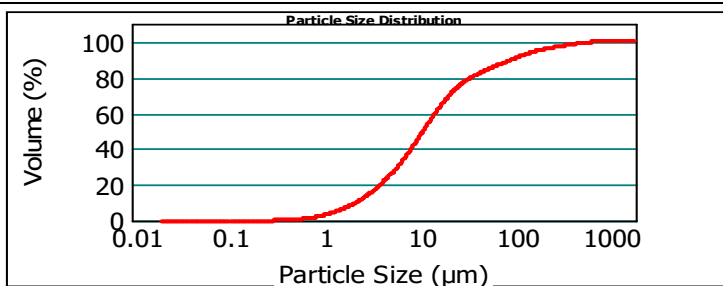
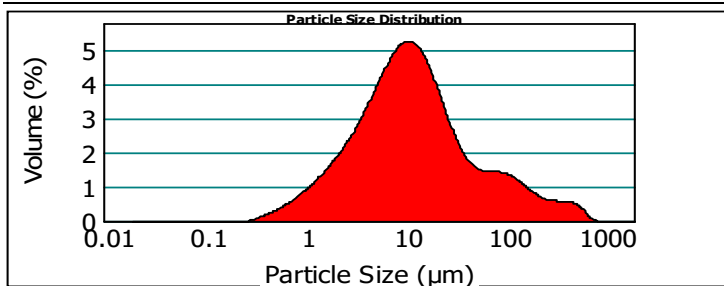
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
1.11 m ² /g	39.395 μm	11.555 μm	7299.042 μm ²	85.434 μm	3.409 μm	11.300 μm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 8.55%
 Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 67.47%
 Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 85.86%
 Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 95.41%
 Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 8.55%
 Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 58.92%
 Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 16.11%
 Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 11.83%
 Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 18.39%
 Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 9.54%
 Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 4.59%



23e030947-006 (SED) - Average

vendredi 3 mars 2023 13:43:39

Size (μm)	Volume In %
0.020	2.84
1.000	5.70
2.000	2.81
2.500	7.98
4.000	9.72
6.000	

Size (μm)	Volume In %
6.000	8.60
8.000	7.39
10.000	13.74
15.000	2.07
16.000	6.61
20.000	

Size (μm)	Volume In %
20.000	9.18
30.000	4.36
40.000	2.56
50.000	2.29
63.000	4.32
100.000	

Size (μm)	Volume In %
100.000	3.40
150.000	1.82
200.000	1.06
250.000	0.73
300.000	1.09
400.000	

Size (μm)	Volume In %
400.000	0.82
500.000	0.55
600.000	0.34
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	

Size (μm)	Volume In %
1000.000	0.00
1500.000	0.00
2000.000	

Size (μm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	2.84
2.000	8.55
2.500	11.36
4.000	19.34

Size (μm)	Vol Under %
6.000	29.06
8.000	37.66
10.000	45.05
15.000	58.79
16.000	60.86

Size (μm)	Vol Under %
20.000	67.47
30.000	76.65
40.000	81.02
50.000	83.58
63.000	85.86

Size (μm)	Vol Under %
100.000	90.19
150.000	93.59
200.000	95.41
250.000	96.47
300.000	97.21

Size (μm)	Vol Under %
400.000	98.29
500.000	99.11
600.000	99.66
800.000	100.00
900.000	100.00

Size (μm)	Vol Under %
1000.000	100.00
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 μm à 2000 μm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurité : 12.21 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-007 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 1 mars 2023 14:53:18

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

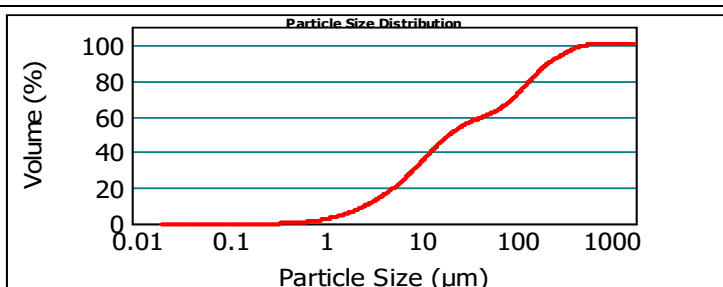
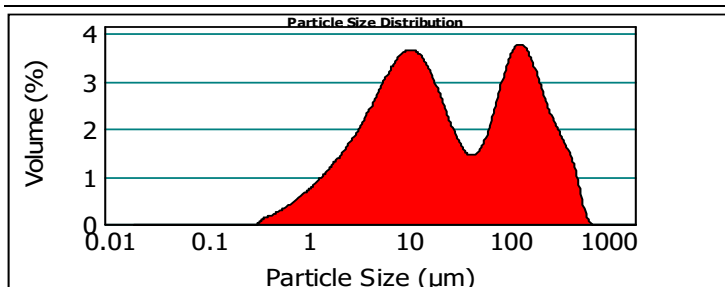
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
0.815 m ² /g	84.744 µm	22.482 µm	13884.089 µm ²	117.83 µm	3.769 µm	142.294 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.43%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 47.81%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 62.23%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 85.78%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 6.43%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 41.38%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 12.07%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 25.90%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 14.41%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 23.55%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 14.22%



23e030947-007 (SED) - Average

mercredi 1 mars 2023 14:53:18

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	2.15	6.000	5.97	20.000	6.66	100.000	9.54	400.000	2.13	1000.000	0.00
1.000	4.29	8.000	5.13	30.000	3.29	150.000	6.71	500.000	1.01	1500.000	0.00
2.000	2.06	10.000	9.58	40.000	2.12	200.000	4.32	600.000	0.20	2000.000	0.00
2.500	5.70	15.000	1.46	50.000	2.34	250.000	2.90	800.000	0.00		
4.000	6.79	16.000	4.68	63.000	7.31	300.000	3.67	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	20.99	20.000	47.81	100.000	69.53	400.000	96.66	1000.000	100.00
1.000	2.15	8.000	26.96	30.000	54.47	150.000	79.07	500.000	98.79	1500.000	100.00
2.000	6.43	10.000	32.09	40.000	57.76	200.000	85.78	600.000	99.80	2000.000	100.00
2.500	8.49	15.000	41.67	50.000	59.88	250.000	90.10	800.000	100.00		
4.000	14.20	16.000	43.13	63.000	62.23	300.000	92.99	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	11.48 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-008 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 9 mars 2023 12:14:53

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

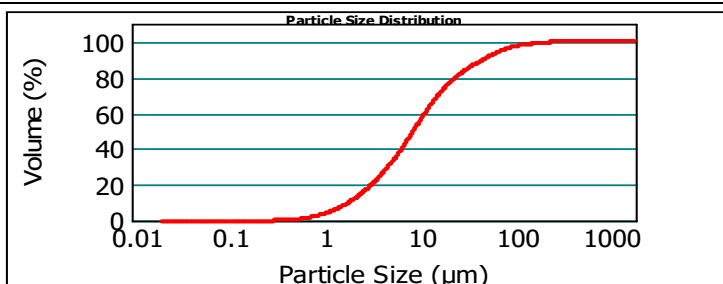
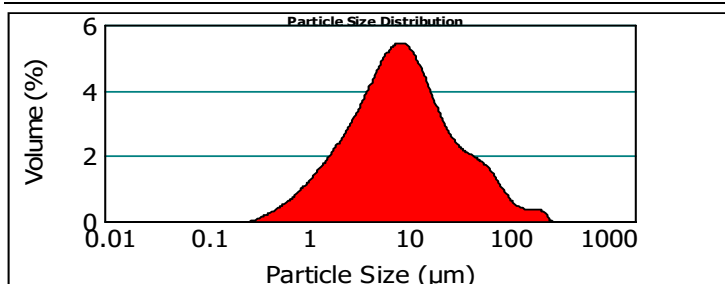
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
1.32 m ² /g	19.616 µm	9.061 µm	955.707 µm ²	30.914 µm	2.164 µm	9.094 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.85%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 74.80%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 93.03%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 99.38%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.85%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 63.95%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.41%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 9.17%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 18.23%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 6.35%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 0.62%



23e030947-008 (SED) - Average

jeudi 9 mars 2023 12:14:53

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	3.53	6.000	9.76	20.000	8.07	100.000	1.55	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	7.32	8.000	7.95	30.000	4.35	150.000	0.69	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	3.54	10.000	13.51	40.000	2.99	200.000	0.49	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	9.84	15.000	1.90	50.000	2.82	250.000	0.14	800.000	0.00		
4.000	11.57	16.000	5.87	63.000	4.11	300.000	0.00	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	35.81	20.000	74.80	100.000	97.14	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	3.53	8.000	45.57	30.000	82.87	150.000	98.69	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	10.85	10.000	53.52	40.000	87.22	200.000	99.38	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	14.40	15.000	67.03	50.000	90.21	250.000	99.86	800.000	100.00		
4.000	24.24	16.000	68.93	63.000	93.03	300.000	100.00	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	6.69 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.euromins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-009 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 9 mars 2023 12:21:40

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

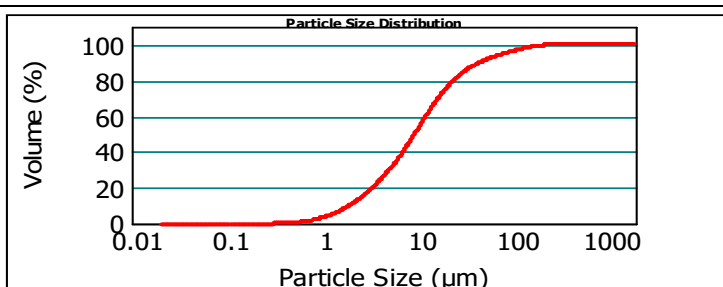
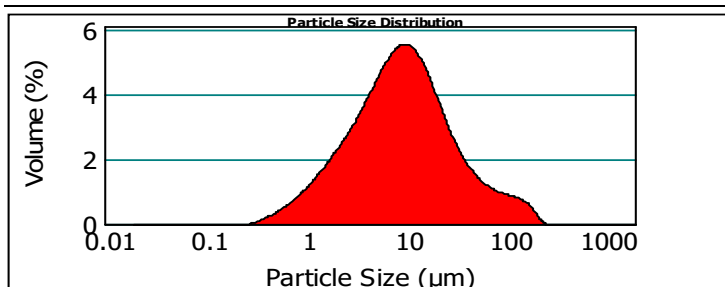
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
1.3 m ² /g	19.334 µm	9.349 µm	889.453 µm ²	29.823 µm	2.068 µm	10.148 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.54%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 75.31%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 93.27%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 99.77%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 10.54%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 64.76%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 15.87%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 8.60%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.96%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 6.51%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 0.23%



23e030947-009 (SED) - Average

jeudi 9 mars 2023 12:21:40

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	3.42	6.000	9.58	20.000	8.98	100.000	2.21	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	7.12	8.000	8.00	30.000	4.35	150.000	1.11	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	3.48	10.000	14.25	40.000	2.54	200.000	0.23	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	9.62	15.000	2.08	50.000	2.09	250.000	0.00	800.000	0.00		
4.000	11.22	16.000	6.54	63.000	3.18	300.000	0.00	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	34.87	20.000	75.31	100.000	96.45	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	3.42	8.000	44.44	30.000	84.29	150.000	98.66	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	10.54	10.000	52.44	40.000	88.64	200.000	99.77	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	14.02	15.000	66.68	50.000	91.17	250.000	100.00	800.000	100.00		
4.000	23.64	16.000	68.76	63.000	93.27	300.000	100.00	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	7.28 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e030947-010 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 1 mars 2023 15:08:17

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

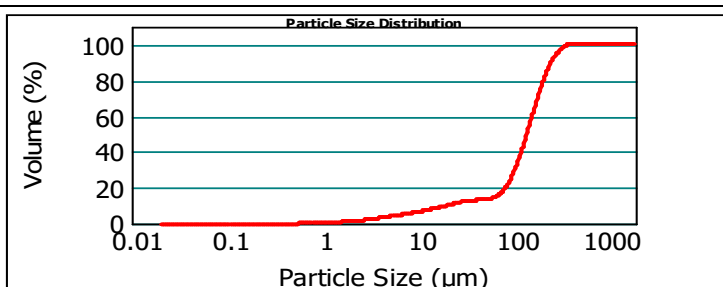
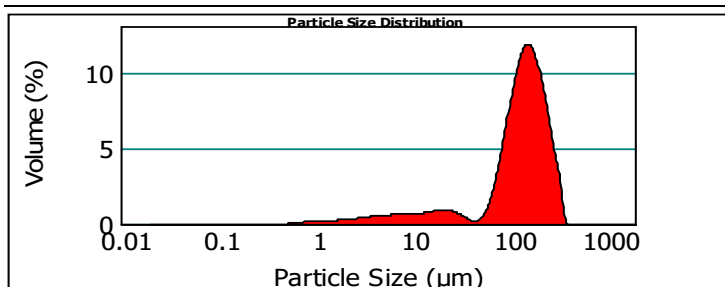
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
0.2 m ² /g	147.624 μm	143.542 μm	6800.387 μm ²	82.464 μm	1.028 μm	158.716 μm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.36%
 Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 9.92%
 Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 14.45%
 Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 75.06%
 Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.36%
 Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 8.56%
 Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 3.46%
 Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 61.68%
 Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 4.53%
 Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 60.62%
 Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 24.94%



23e030947-010 (SED) - Average

mercredi 1 mars 2023 15:08:17

Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %
0.020	0.42	6.000	1.13	20.000	2.27	100.000	26.67	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	0.93	8.000	0.89	30.000	0.88	150.000	21.69	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	0.43	10.000	1.80	40.000	0.31	200.000	13.35	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	1.27	15.000	0.33	50.000	1.07	250.000	7.21	800.000	0.00		
4.000	1.46	16.000	1.26	63.000	12.25	300.000	4.38	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	4.52	20.000	9.92	100.000	26.70	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	0.42	8.000	5.65	30.000	12.19	150.000	53.38	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	1.36	10.000	6.54	40.000	13.07	200.000	75.06	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	1.79	15.000	8.33	50.000	13.38	250.000	88.41	800.000	100.00		
4.000	3.06	16.000	8.66	63.000	14.45	300.000	95.62	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscurité :	8.21 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

**ANNEXE 02 : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE LABOCEA**

Date de réception : 23/02/2023- Site de Brest

Client : SETEC ENERGIE ENVIRONNEMENT

Référence : Devis 2023 01-3370-V1 - Suivie

Ascometal 2023

Site de prélèvement :

Préleveur :

Nom du produit : *Moules entières*

N° Lot :

Date de fabrication :

DLC :

Fournisseur :

Date et heure de prélèvement : 21/02/2023

Etat à réception : Réfrigéré

Analyse à réception :

SETEC ENERGIE ENVIRONNEMENT

ZA DE LA GRANDE HALTE

29940 LA FORET FOUESNANT

Lieu de prélèvement :

DLUO :

Congélation par le laboratoire :

Ech 1 : N.T 124362 - *MV Ref Canal du Rhône*

Date de début d'analyse : 02/03/2023

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Matière sèche	B Etuvage / Gravimétrie	Méthode interne	12.9	%			
Aluminium (Al)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	26.975	mg/kg		0.667	
Arsenic (As)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	1.629	mg/kg		1.333	
☐ Cadmium (Cd)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.048	mg/kg		0.020	0.007
Chrome (Cr)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
Cuivre (Cu)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	0.875	mg/kg		0.333	
Etain (Sn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.667	mg/kg		0.667	
Fer (Fe)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	59.685	mg/kg		0.667	
Manganèse (Mn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	3.225	mg/kg		0.167	
☐ Mercure (Hg)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	<0.02	mg/kg		0.020	
Nickel (Ni)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourn - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole ☐ sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124362 - MV Ref Canal du Rhône

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
☐ Plomb (Pb)	B	ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.158	mg/kg	0.020	0.016
Zinc (Zn)	B	ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	18.267	mg/kg	0.667	
Polychlorobiphényle 138	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Polychlorobiphényle 153	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Polychlorobiphényle 180	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Polychlorobiphényle 28	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Polychlorobiphényle 52	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Acenaphthene	B		Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS	0.03	
Acenaphthylene	B		Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS	0.03	
Anthracène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Benzo(a)anthracène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Polychlorobiphényle 101	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Benzo(g,h,i)pérylène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Benzo(k)fluoranthène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Chrysène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Dibenzo(a,h)anthracène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Fluoranthène	B		Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS	0.01	
Fluorène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Indéno(1,2,3-c-d)pyrène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Phénanthrène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	
Benzo(a)pyrène	B		Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS	0.01	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole ☐ sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124362 - *MV Ref Canal du Rhône*

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Benzo(b)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Naphtalene	B	Méthode interne GC/MS	<0.05	mg/kg MS		0.05	
Analyse par Chromatographie	B		cf annexe n °A2138116				
Polychlorobiphényle 118	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourn - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Nom du produit : *Moules entières*

N° Lot :

Lieu de prélèvement :

Date de fabrication :

DLC :

DLUO :

Fournisseur :

Date et heure de prélèvement : *21/02/2023*

Etat à réception : Réfrigéré

Analyse à réception :

Congélation par le laboratoire :

Ech 1 : N.T 124367 - *MV Ref Arcelor*

Date de début d'analyse : 02/03/2023

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Matière sèche	B Etuvage / Gravimétrie	Méthode interne	13.7	%			
Aluminium (Al)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	31.305	mg/kg		0.667	
Arsenic (As)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	1.889	mg/kg		1.333	
☐ Cadmium (Cd)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.058	mg/kg		0.020	0.009
Chrome (Cr)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
Cuivre (Cu)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	0.944	mg/kg		0.333	
Etain (Sn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.667	mg/kg		0.667	
Fer (Fe)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	88.732	mg/kg		0.667	
Manganèse (Mn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	2.776	mg/kg		0.167	
☐ Mercure (Hg)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	<0.02	mg/kg		0.020	
Nickel (Ni)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
☐ Plomb (Pb)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.340	mg/kg		0.020	0.034
Zinc (Zn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	36.001	mg/kg		0.667	
Polychlorobiphényle 101	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 138	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 153	B	Méthode interne GC/MS	0.011	mg/kg MS		0.01	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboulog - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole ☐ sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124367 - MV Ref Arcelor

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Polychlorobiphényl 180	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényl 28	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényl 52	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Acenaphtene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	
Acenaphthylene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	
Anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(b)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.015	mg/kg MS		0.01	
Benzo(g,h,i)pérylène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(k)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Chrysène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Dibenzo(a,h)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.019	mg/kg MS		0.01	
Fluorène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Indéno(1,2,3-c-d)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Phénanthrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Pyrène	B	Méthode interne GC/MS	0.014	mg/kg MS		0.01	
Naphtalene	B	Méthode interne GC/MS	<0.05	mg/kg MS		0.05	
Polychlorobiphényl 118	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Analyse par Chromatographie	B		cf annexe n °A2138117				

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboulog - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124367 - *MV Ref Arcelor*

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
------------	----------	--------	-----------	--------	----------	----	-------------

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Nom du produit : *Moules entières*

N° Lot :

Date de fabrication :

DLC :

Lieu de prélèvement :

DLUO :

Fournisseur :

Date et heure de prélèvement : *21/02/2023*

Etat à réception : Réfrigéré

Analyse à réception :

Congélation par le laboratoire :

Ech 1 : N.T 124368 - *MV Ref Sud see*

Date de début d'analyse : 02/03/2023

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Matière sèche	B Etuvage / Gravimétrie	Méthode interne	14.2	%			
Aluminium (Al)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	24.481	mg/kg		0.667	
Arsenic (As)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	1.870	mg/kg		1.333	
☐ Cadmium (Cd)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.062	mg/kg		0.020	0.009
Etain (Sn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.667	mg/kg		0.667	
Fer (Fe)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	64.178	mg/kg		0.667	
Manganèse (Mn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	3.793	mg/kg		0.167	
☐ Mercure (Hg)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	<0.02	mg/kg		0.020	
Nickel (Ni)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
☐ Plomb (Pb)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.337	mg/kg		0.020	0.034
Zinc (Zn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	31.800	mg/kg		0.667	
Chrome (Cr)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
Cuivre (Cu)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	0.884	mg/kg		0.333	
Polychlorobiphényle 101	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 138	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 28	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboulog - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole ☐ sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124368 - MV Ref Sud see

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Polychlorobiphényle 52	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 153	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 180	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Acenaphthene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	
Acenaphthylene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	
Anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	0.014	mg/kg MS		0.01	
Benzo(b)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS		0.01	
Benzo(g,h,i)pérylène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(k)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Chrysène	B	Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS		0.01	
Dibenzo(a,h)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.017	mg/kg MS		0.01	
Fluorène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Indéno(1,2,3-c-d)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Phénanthrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Naphtalene	B	Méthode interne GC/MS	<0.05	mg/kg MS		0.05	
Polychlorobiphényle 118	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Analyse par Chromatographie	B		cf annexe n °A2138118				

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourn - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124368 - *MV Ref Sud see*

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
------------	----------	--------	-----------	--------	----------	----	-------------

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Nom du produit : *Moules entières*

N° Lot :

Lieu de prélèvement :

Date de fabrication :

DLC :

DLUO :

Fournisseur :

Date et heure de prélèvement : *21/02/2023*

Etat à réception : Réfrigéré

Analyse à réception :

Congélation par le laboratoire :

Ech 1 : N.T 124369 - *MV2 Asometal*

Date de début d'analyse : 02/03/2023

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Matière sèche	B Etuvage / Gravimétrie	Méthode interne	15.8	%			
Aluminium (Al)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	29.476	mg/kg		0.667	
Arsenic (As)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	2.249	mg/kg		1.333	
☐ Cadmium (Cd)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.055	mg/kg		0.020	0.008
Chrome (Cr)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
Cuivre (Cu)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	1.252	mg/kg		0.333	
Etain (Sn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.667	mg/kg		0.667	
Fer (Fe)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	82.572	mg/kg		0.667	
Manganèse (Mn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	3.707	mg/kg		0.167	
☐ Mercure (Hg)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	<0.02	mg/kg		0.020	
Nickel (Ni)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
☐ Plomb (Pb)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.684	mg/kg		0.020	0.068
Zinc (Zn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	35.536	mg/kg		0.667	
Pyrène	B	Méthode interne GC/MS	0.018	mg/kg MS		0.01	
Naphtalene	B	Méthode interne GC/MS	<0.05	mg/kg MS		0.05	
Polychlorobiphényle 118	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboulog - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole ☐ sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124369 - MV2 Asometal

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Analyse par Chromatographie	B		cf annexe n°A2138119				
Polychlorobiphényle 101	B	Méthode interne GC/MS	0.013	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 138	B	Méthode interne GC/MS	0.049	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 153	B	Méthode interne GC/MS	0.074	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 180	B	Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 28	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 52	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Acenaphthene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	
Acenaphthylene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	
Anthracène	B	Méthode interne GC/MS	0.02	mg/kg MS		0.01	
Benzo(b)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.061	mg/kg MS		0.01	
Benzo(g,h,i)pérylène	B	Méthode interne GC/MS	0.02	mg/kg MS		0.01	
Benzo(k)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS		0.01	
Chrysène	B	Méthode interne GC/MS	0.078	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	0.065	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	0.029	mg/kg MS		0.01	
Dibenzo(a,h)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.105	mg/kg MS		0.01	
Fluorène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Indéno(1,2,3-c-d)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	0.01	mg/kg MS		0.01	
Phénanthrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboulog - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124369 - *MV2 Asometal*

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
------------	----------	--------	-----------	--------	----------	----	-------------

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Nom du produit : *Moules entières*

N° Lot :

Lieu de prélèvement :

Date de fabrication :

DLC :

DLUO :

Fournisseur :

Date et heure de prélèvement : *21/02/2023*

Etat à réception : Réfrigéré

Analyse à réception :

Congélation par le laboratoire :

Ech 1 : N.T 124370 - *MV1 Setec Energie Environnement*

Date de début d'analyse : 02/03/2023

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Matière sèche	B Etuvage / Gravimétrie	Méthode interne	13.2	%			
Aluminium (Al)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	22.935	mg/kg		0.667	
Arsenic (As)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	2.012	mg/kg		1.333	
☐ Cadmium (Cd)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.068	mg/kg		0.020	0.010
Chrome (Cr)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
Cuivre (Cu)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	0.980	mg/kg		0.333	
Etain (Sn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.667	mg/kg		0.667	
Fer (Fe)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	59.618	mg/kg		0.667	
Manganèse (Mn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	2.848	mg/kg		0.167	
☐ Mercure (Hg)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	<0.02	mg/kg		0.020	
Nickel (Ni)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	<0.333	mg/kg		0.333	
☐ Plomb (Pb)	B ICP MS	ANSES/LSAliments/LS A-INS-0084	0.476	mg/kg		0.020	0.048
Zinc (Zn)	B ICP/OES	Méthode interne [ICP/OES]	50.662	mg/kg		0.667	
Polychlorobiphényl 52	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Acenaphtene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	
Acenaphtylene	B	Méthode interne GC/MS	<0.03	mg/kg MS		0.03	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combours - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole ☐ sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124370 - MV1 Setec Energie Environnement

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
Anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(a)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(b)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(g,h,i)pérylène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Benzo(k)fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Chrysène	B	Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS		0.01	
Dibenzo(a,h)anthracène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Fluoranthène	B	Méthode interne GC/MS	0.018	mg/kg MS		0.01	
Fluorène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Indéno(1,2,3-c-d)pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Phénanthrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Pyrène	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Naphtalene	B	Méthode interne GC/MS	<0.05	mg/kg MS		0.05	
Polychlorobiphényle 118	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Analyse par Chromatographie	B		cf annexe n °A2138120				
Polychlorobiphényle 101	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 138	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 153	B	Méthode interne GC/MS	0.012	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 180	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	
Polychlorobiphényle 28	B	Méthode interne GC/MS	<0.01	mg/kg MS		0.01	

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboulog - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr

Ech 1 : N.T 124370 - *MV1 Setec Energie Environnement*

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	Critères	LQ	Incertitude
------------	----------	--------	-----------	--------	----------	----	-------------

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboulog - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

Seuls les prestations identifiées par le symbole  sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
AJND : Ajout non demandé

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - Abs = Absence - Pres = Présence - * = nombre estimé - ** = micro organisme présent - *** = nombre calculé à partir de la dernière dilution - INI = Ininterprétable - N.M = Non mesuré - N.D: Non détecté.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

Validation scientifique par :

BONIOU BRUNO Chef du Service hydrologie et polluants minéraux
GOULITQUER SOPHIE Chef de service Polluants organiques

Validation administrative le : 28/03/2023 par :

Sophie GOULITQUER Chef de service Polluants organiques



GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr



LABOCEA
Site de Brest
120 av. Alexis de Rochon -CS 10052 - 29280 PLOUZANE
Tél : 02.98.34.11.00 - Fax : 02.98.34.11.01
N° SIRET : 130 002 082 00027 - FR 07130002082

Rapport d'essai N° :	23022301986501	SETEC Energie Environnement
Nombre d'échantillons :	5	A l'attention de Claire ETIENNE RAMAGE
Dépôt du	23/02/23	ZA La Grande Halle
Nature de l'échantillon :	Moules	29940 FOUESNANT
DEVIS N° :	2023 01-3370-V1	

Référence LABOCEA	Libellé point	Hydrocarbures mg/kgMS
124362	MV Ref Canal du Rhône	95
124367	MV Ref Arcelor	125
124368	MV Ref Sud See	145
124369	MV2 Asometal	470
124370	MV1 SETEC Energie Environnement	365

Fait à Plouzané, le 28/03/2023
Sophie GOULITQUER, Chef de service Micropolluants Organiques



ANNEXE 03 : RESULTATS BRUTS DES STATIONS ETUDIEES (RS ET ABONDANCES)

Stations	SBRef Arcelor	SBRef Canal du Rhône	SBRef Sud	B01	B02	B03	B04
ANNELIDES							
<i>Abyssoninoe bidentata</i>	3						2
<i>Ampharete</i> sp.						2	
<i>Annelida</i>			2				
<i>Aonides oxycephala</i>	2	22		4			1
<i>Aphelochaeta marioni</i>	22	34	7	73	47	75	155
<i>Aphelochaeta</i> sp.	4	2	1	14	2	2	17
<i>Aponuphis ornata</i>		4	11				
<i>Capitella capitata</i>				1			
<i>Chaetopteridae</i>		1	3	1			
<i>Chaetozone gibber</i>	7	1		1	6	5	3
<i>Chaetozone</i> sp.	11	3		5	9	18	12
<i>Diopatra</i> sp.		1					
<i>Dipolydora</i> sp.		3					
<i>Drilonereis</i> sp.	1	2			1	3	
<i>Euclymene oerstedii</i>		3	1				
<i>Euclymene</i> sp.			2	4			
<i>Eunereis longissima</i>					2	5	
<i>Eunice pennata</i>		1					
<i>Eunice vittata</i>		1	2				1
<i>Glycera alba</i>		1	6	1			2
<i>Glycera unicornis</i>	3	4		1	4	2	
<i>Goniada hexadentes</i>	1	2	1	2			
<i>Harmothoe</i> sp.						1	
<i>Hydroids norvegica</i>			1				
<i>Lanice conchilega</i>				1			
<i>Laonice cirrata</i>	2					1	
<i>Leiochone leiopygos</i>			1				2
<i>Lysidice unicornis</i>		1		3			
<i>Magelona alieni</i>			2	3	1		1
<i>Magelona mirabilis</i>			1				
<i>Maldane glebifex</i>	7	2	1		1	7	1
<i>Maldanidae indéterminés</i>		1	1		1		
<i>Malmgrenia</i> sp.	1						
<i>Marphysa bellii</i>		1					
<i>Mediomastus fragilis</i>	30	65	5	56	27	32	12
<i>Malinna palmata</i>		3	3	8			1
<i>Myriochele</i> sp.	2	2	158	3			
<i>Nysa picta</i>		1	1				
<i>Nephtys hombergii</i>		1	7				
<i>Notomastus latericeus</i>		37	1	6		5	12
<i>Ophiodromus flexuosus</i>						1	
<i>Owenia fusiformis</i>		4		3	1		
<i>Paradoneis armata</i>			5				
<i>Pherusa</i> sp.	1	2			5	4	
<i>Pholoe inornata</i>				2			
<i>Phyllodoce</i> sp.			1				
<i>Pilargis</i> sp.					1		1
<i>Pilargis verrucosa</i>	1						
<i>Pista cristata</i>				1			
<i>Pista</i> sp.		1					
<i>Poecilochaetus serpens</i>		1					
<i>Polysiphthalmus pictus</i>			1				
<i>Prionospio multibranchiata</i>			1				
<i>Prionospio steenstrupi</i>			4				
<i>Pseudopolydora</i> sp.				1			
<i>Sabella pavonina</i>		7	1				
<i>Scolelepis</i> sp.			4	2			
<i>Scoloplos armiger</i>			1				
<i>Serpulidae</i>		1					
<i>Sigalion mathildae</i>			8				
<i>Sigambra</i> sp.		1		1			1
<i>Sphaerodoridae</i>				1			
<i>Spio multioculata</i>		1				1	
<i>Spionidae</i>		1	1				
<i>Spionidae</i>		1					
<i>Spiophanes bombyx</i>			34				
<i>Spiophanes kroyeri</i>	1						1
<i>Sternaspis scutata</i>	2				1	3	3
<i>Sthenelais boa</i>	1	2					
<i>Syllidae</i>			2	1			
<i>Terebellidae indéterminé</i>		1		1		2	
<i>Thelapodidae</i>			1				
ECHINODERMES							
<i>Amphipholis squamata</i>	1	2		1	1	8	
<i>Amphipura chiaiei</i>	11	28	23	16	2	6	5
<i>Leptosynapta</i> sp.			2				
<i>Ocnus lacteus</i>	1						
MOLLUSQUES							
<i>Abra alba</i>	5	11	5	21			2
<i>Abra</i> sp.					1		
<i>Acanthocardia paucicostata</i>		5	12	1	2		
<i>Antalis novemcostata</i>	1		2	2	3	1	1
<i>Aporrhais pespelecani</i>						1	
<i>Brachystomia</i> sp.						1	
<i>Calliste chione</i>	1	8	10		1	2	1
<i>Calyptraea chinensis</i>	1						
<i>Corbula gibba</i>	11	85	8	22	20	5	7
<i>Donax</i> sp.					2		
<i>Dosinia lupinus</i>	3	9	14	3	1		3
<i>Ecrobia ventrosa</i>	1				2	3	
<i>Eulina glabra</i>		1	1	1	1	1	
<i>Euspira pulchella</i>		4					
<i>Fusaria rubescens</i>		2	5	1	1	1	2
<i>Haminoea hydatis</i>		4	8	1			
<i>Kurtella bidentata</i>	25	17	7	24	6	12	2
<i>Lepidochitona cinerea</i>			1				
<i>Lutaria</i> sp.	1						
<i>Modiolus barbatus</i>				2			
<i>Moerella distorta</i>	1	6	6	10	3	2	1
<i>Musculus costulatus</i>		20	16	8			4
<i>Myrtea spinifera</i>	3	2	1		3	1	
<i>Nassarius reticulatus</i>		1	2				
<i>Nucula nitidosa</i>		5	2	1	3	2	7
<i>Pandora inaequalis</i>	1		3				
<i>Peronidia albicans (Tellina nitida)</i>		1	1	1			3
<i>Philine aperta</i>		1	1	2			1
<i>Polittapes aureus</i>		1	2	1	1		1
<i>Pusillolucina</i> sp.	1	3	24	6			
<i>Solen marginatus</i>		4					
<i>Spisula subtruncata</i>	1	13	24				
<i>Tellina fabula</i>		1	27				
<i>Thracia phaseolina</i>			6				
<i>Thracia</i> sp.			5				
<i>Venus casina</i>			7				
CRUSTACES							
<i>Ampelisca brevicornis</i>			18				
<i>Ampelisca</i> sp.		1					1
<i>Ampelisca typica</i>	1	6	8	1			2
<i>Amphilocus</i> sp.			1				
<i>Anthurus gracilis</i>			4				
<i>Apherusa bispinosa</i>			1				
<i>Apsaude latreilli</i>		2		1			
<i>Brachyotus sexdentatus</i>				1			
<i>Centrooecetes</i> sp.			17				
<i>Cumacea</i>							1
<i>Diastylis cornuta</i>	1						
<i>Diogenes pugilator</i>			1				
<i>Eurydice truncata</i>					4		
<i>Goneplax rhomboides</i>					1		
<i>Iphinoe</i> sp.		1	1				1
<i>Iphinoe tenella</i>			1	3			
<i>Leptocheirus pectinatus</i>		1					
<i>Leucothoe incisa</i>	1		4				
<i>Medicorophium runcicorne</i>		5	5				
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>				1			
<i>Monoculodes</i> sp.							1
<i>Myxidacea</i>					1		
<i>Pariambus typicus</i>	1	45					
<i>Phisica marina</i>		1	1				
<i>Platida longicornis</i>				3			
<i>Processa</i> sp.	1		1				
<i>Zeuxo holdichi</i>			18				
CNIDAIRES							
<i>Actinaria</i>			3				
<i>Edwardsidae</i>			1				
<i>Varetilum cynomorium</i>			1				
DIVERS							
<i>Nematoda</i>				1	1		
<i>Nemertea</i>	2	6	5	5	4	1	6
<i>Phoronis</i> sp.		37	8	12		2	4
CHORDES							
<i>Solea</i> sp.			2				
<i>Tunicata</i>		26		2	1	1	



SUIVI DU MILIEU ET DE L'IMPACT DES REJETS DE MARCEGAGLIA – FOS-SUR-MER

CAMPAGNE 2024

RAPPORT



Galatèa

Actiparc 2 – Bât A – Chemin S^t Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Tel : 04 86 77 78 30

Fax : 09 74 44 56 88

www.galatea.fr

SAS au capital de 100 023€

N° Siret : 494 179 690 00040 – APE 7490B

Date	Version	Auteur(s)	Vérifié par	Validé par
30/04/2025	0	P GRILLON	A MOULIN	A MOULIN
06/05/2025	1	P GRILLON	A MOULIN	A MOULIN

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
2	CONTEXTE DU SITE D'ETUDE.....	3
2.1	CONTEXTE INDUSTRIEL	3
2.2	HYDROSYSTEME.....	3
2.3	BATHYMETRIE	6
2.4	HYDRODYNAMIQUE.....	7
2.4.1	COURANTOLOGIE.....	7
2.4.1.1	Temps calme.....	7
2.4.1.2	Par vents de reflux (mistral et vents de nord/nord-est).....	8
2.4.1.3	Par vents d'afflux (sud et sud-est).....	9
2.4.2	HOULE	9
3	MATERIELS ET METHODES.....	10
3.1	DATE DES PRELEVEMENTS ET CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES.....	10
3.2	CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS.....	12
3.2.1	PLAN D'ECHANTILLONNAGE.....	12
3.2.2	ANALYSES	13
3.2.3	INTERPRETATION DES RESULTATS.....	14
3.2.3.1	Interprétation des concentrations brutes	14
3.2.3.2	Interprétation des concentrations normalisées.....	15
3.2.3.3	Détection des tendances et des ruptures de moyennes	16
3.3	QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE	16
3.3.1	PLAN D'ECHANTILLONNAGE.....	16
3.3.2	ANALYSES	17
3.3.3	INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.....	18
3.3.3.1	Concentrations brutes	18
3.3.3.2	Influence de l'indice de condition sur les concentrations brutes	18
3.4	CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE.....	20
3.4.1	PRÉLÈVEMENTS	20
3.4.2	ANALYSES	20
3.4.3	INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.....	20
4	RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	25
4.1	QUALITE DES SEDIMENTS.....	25

4.1.1	DESCRIPTION MACROSCOPIQUE DES ECHANTILLONS	25
4.1.2	GRANULOMÉTRIE	26
4.1.3	ALUMINIUM	28
4.1.4	COMPOSÉS ORGANIQUES ET NUTRITIFS	31
4.1.4.1	Matière organique	31
4.1.4.2	Carbone organique total	34
4.1.4.3	Azote Kjeldahl	37
4.1.4.4	Phosphore	40
4.1.4.5	Nitrate et nitrite	43
4.1.5	METAUX	43
4.1.5.1	Cadmium	43
4.1.5.2	Cuivre	46
4.1.5.3	Chrome	49
4.1.5.4	Plomb	52
4.1.5.5	Zinc	55
4.1.5.6	Nickel	58
4.1.5.7	Mercure	61
4.1.5.8	Etain	63
4.1.5.9	Fer	64
4.1.5.10	Manganèse	67
4.1.6	COMPOSES ORGANIQUES	70
4.1.6.1	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	70
4.1.6.2	Les Hydrocarbures Totaux	74
4.1.6.3	Les PCB	77
4.1.7	SYNTHESE SUR LA QUALITE DES SEDIMENTS	79
4.2	QUALITÉ DE LA MATIÈRE VIVANTE	82
4.2.1	INDICES DE CONDITION	82
4.2.2	METAUX	83
4.2.2.1	Aluminium	83
4.2.2.2	Arsenic	85
4.2.2.3	Cadmium	87
4.2.2.4	Chrome	89
4.2.2.5	Cuivre	91

4.2.2.6	Etain	92
4.2.2.7	Fer	93
4.2.2.8	Manganèse	95
4.2.2.9	Mercure.....	97
4.2.2.10	Nickel.....	99
4.2.2.11	Plomb	101
4.2.2.12	Zinc.....	103
4.2.3	COMPOSES ORGANIQUES	105
4.2.3.1	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	105
4.2.3.2	Les hydrocarbures totaux	107
4.2.3.3	Les PCB	109
4.2.4	SYNTHÈSE SUR LA QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE	111
4.3	MACROBENTHOS	114
4.3.1	CARACTÉRISATION DES ASSEMBLAGES EN PLACE	114
4.3.2	RICHESSSE SPÉCIFIQUE ET DENSITÉ DES PEUPELEMENTS.....	115
4.3.3	BIOMASSE.....	118
4.3.4	DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE ET EQUITABILITE	118
4.3.5	COMPARAISON DES PEUPELEMENTS	120
4.3.6	RÉPARTITION DES GROUPES FAUNISTIQUES	121
4.3.7	REPARTITION DES GROUPES TROPHIQUES	122
4.3.8	INDICE AMBI	122
4.3.9	CONCLUSION SUR LE MACROBENTHOS.....	123
5	SYNTHESE GENERALE ET CONCLUSION	124
6	BIBLIOGRAPHIE	126
7	TABLE DES FIGURES	129
8	TABLE DES TABLEAUX	131
ANNEXE 1	RAPPORTS D'ANALYSES DES SEDIMENTS	132
ANNEXE 2	RAPPORTS D'ANALYSES DE LA CHAIR DE MOULES	157
ANNEXE 3	DONNEES BRUTES BENTHOS	192

1 INTRODUCTION

La société MARCEGAGLIA dispose d'un site de production implanté sur la côte Méditerranéenne à l'ouest de Marseille, en bordure du Golfe de Fos (13, Bouches-du-Rhône). Ses activités impliquent un rejet d'effluents dans le milieu marin au niveau de la Darse 1 (ou darse Léon Betous). Cette darse fait partie des bassins Ouest du Grand Port maritime de Marseille qui constituent la Zone Industriale-Portuaire de Fos-sur-Mer.

L'usine est implantée sur le territoire communal de Fos-sur-Mer sur un site de 250 hectares localisé au sud des salins du Caban et du Relais. Le point de sortie des rejets aqueux se trouve au nord-ouest de la Darse 1.



Figure 1 : Localisation géographique du site

L'usine pompe de l'eau de mer dans la Darse 1 pour le refroidissement de ses installations. Cette eau est par la suite évacuée en un rejet défini comme « Rejet de refroidissement ». Ce rejet va se mêler à un autre rejet aqueux nommé « Rejet final » avant de rejoindre finalement le milieu marin au niveau de la darse. Le rejet final est un rejet contenant toutes les eaux douces du site industriel ainsi que les eaux en provenance du bassin de dessablement aussi appelé « Lagune ».



Figure 2 : Débouché du canal recevant les rejets en darse 1

Le rejet final est un rejet contenant toutes les eaux douces du site industriel. Il passe par un bassin de dessablement (appelé dans cette étude « Lagune ») avant de rejoindre le milieu marin. La Darse 1 est le milieu récepteur du rejet et s'étend sur 5 km à l'intérieur des terres. Sa profondeur moyenne est de 12 m en son centre et de 4-5 m sur les bords. Du fait de sa connexion en amont avec le canal du Rhône, la darse représente un milieu stratifié dont l'origine tient dans la différence de densité entre les eaux douces et les eaux marines se rejoignant à son niveau. À la suite de l'étude d'impact (2007- 2008) et à la demande de la police de l'eau (arrêtés n°90-2007A du 17 août 2007 et n°193-2017 PC du 16 novembre 2017) la société MARCEGAGLIA, doit effectuer le suivi des impacts de ses rejets sur le milieu récepteur.

Le présent rapport présente les résultats du suivi réalisé en 2024 par GALATEA, ainsi que l'analyse de l'évolution de l'impact du rejet depuis le suivi de 2010.

2 CONTEXTE DU SITE D'ETUDE

2.1 CONTEXTE INDUSTRIEL

La zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer accueille de nombreuses entreprises du secteur pétrolier, pétrochimique et autres industries (sidérurgie, gaz, minerais, ...) (Figure suivante). Certains établissements sont à l'origine de rejets liquides. On citera : MARCEGAGLIA, ELENGY (terminal Méthanier de Tonkin), COMBIGOLFE, CYCOFOS, ArcelorMittal, ESSO et SPSE

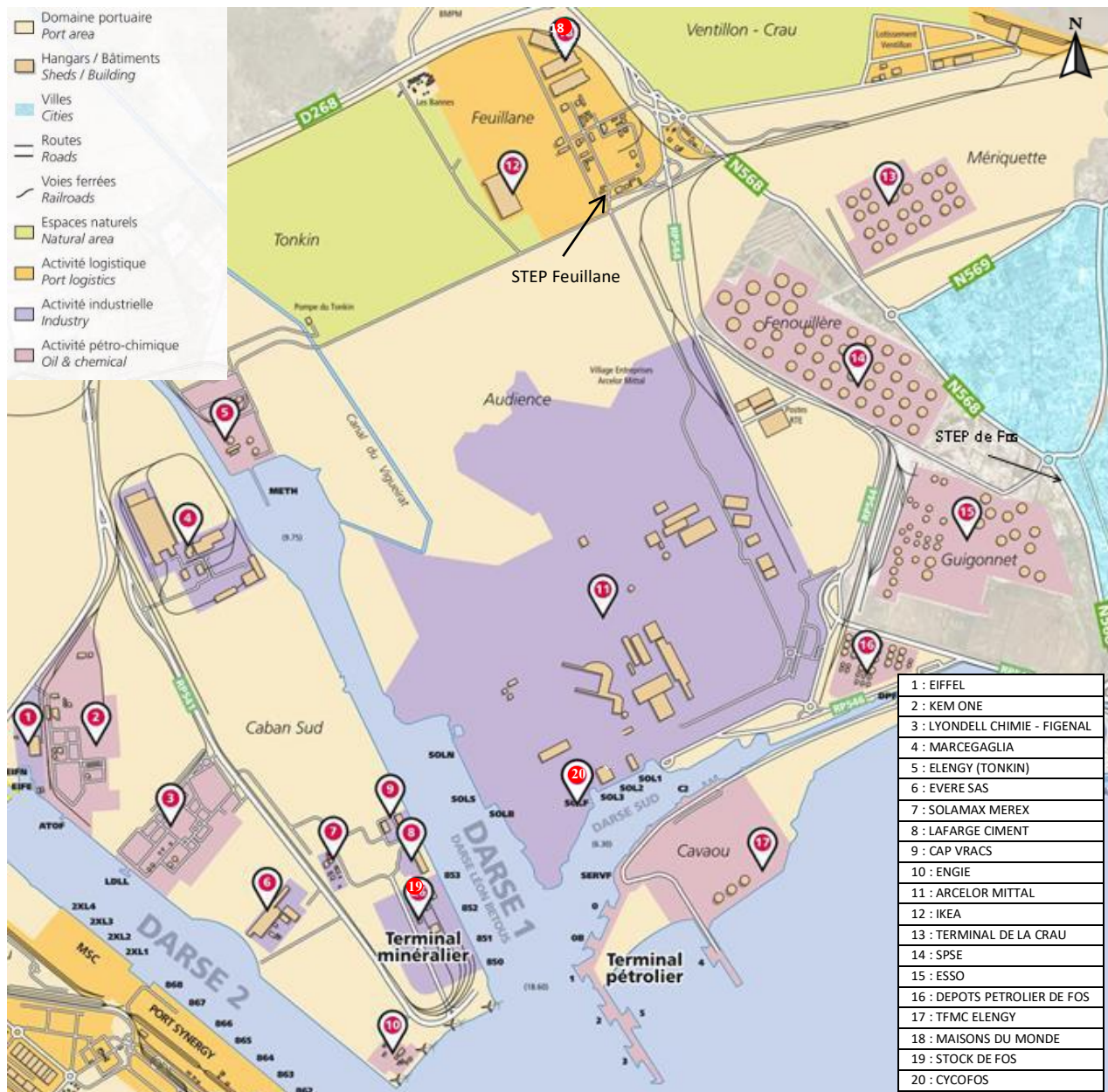


Figure 3 : Principales entreprises autour des darses du bassin Ouest du GPM (Source : GPM)

2.2 HYDROSYSTEME

Le canal d'Arles à Fos (partie amont du canal d'Arles à Bouc) débouche dans le coin nord-ouest de la darse 1 (Figure 4, page 5). Il reçoit en amont les eaux du canal de Vigueirat via l'étang du Landre

par l'ouvrage du Galéjon, un barrage muni de vannes automatisées. C'est à ce niveau qu'un barrage anti-sel est installé sur le canal d'Arles à Fos destiné à empêcher les remontées d'eau de mer salée. Le canal est également relié au canal de navigation du Rhône au port de Fos sur mer (ou canal Saint Louis), qui permet rejoindre le golfe de Fos, depuis le Rhône, en évitant la pleine mer.

Dans le coin nord-est de la darse 1, le canal du rejet des stations d'épuration d'Istres et de la ZAC de la Feuillane, prolongé par la roubine des platanes dédiée aux eaux pluviales débouche sur une vasière peu profonde (< 0,8 m).

Le fond de darse est également le milieu récepteur, des rejets du site de MARCEGAGLIA mais également de ceux du terminal méthanier du Tonkin (ELENGY) au nord et de la lagune d'Arcelor Mittal sur la rive est. Les espaces navigables de la darse sont le chenal du Tonkin et son cercle d'évitage desservant le terminal, dragués à 12 m (le dernier dragage a été réalisé en 2009) et les espaces moins profonds, dragués à 6-7 mètres au nord-est, et à 5-6 m au nord-ouest vers le canal d'Arles à Fos.

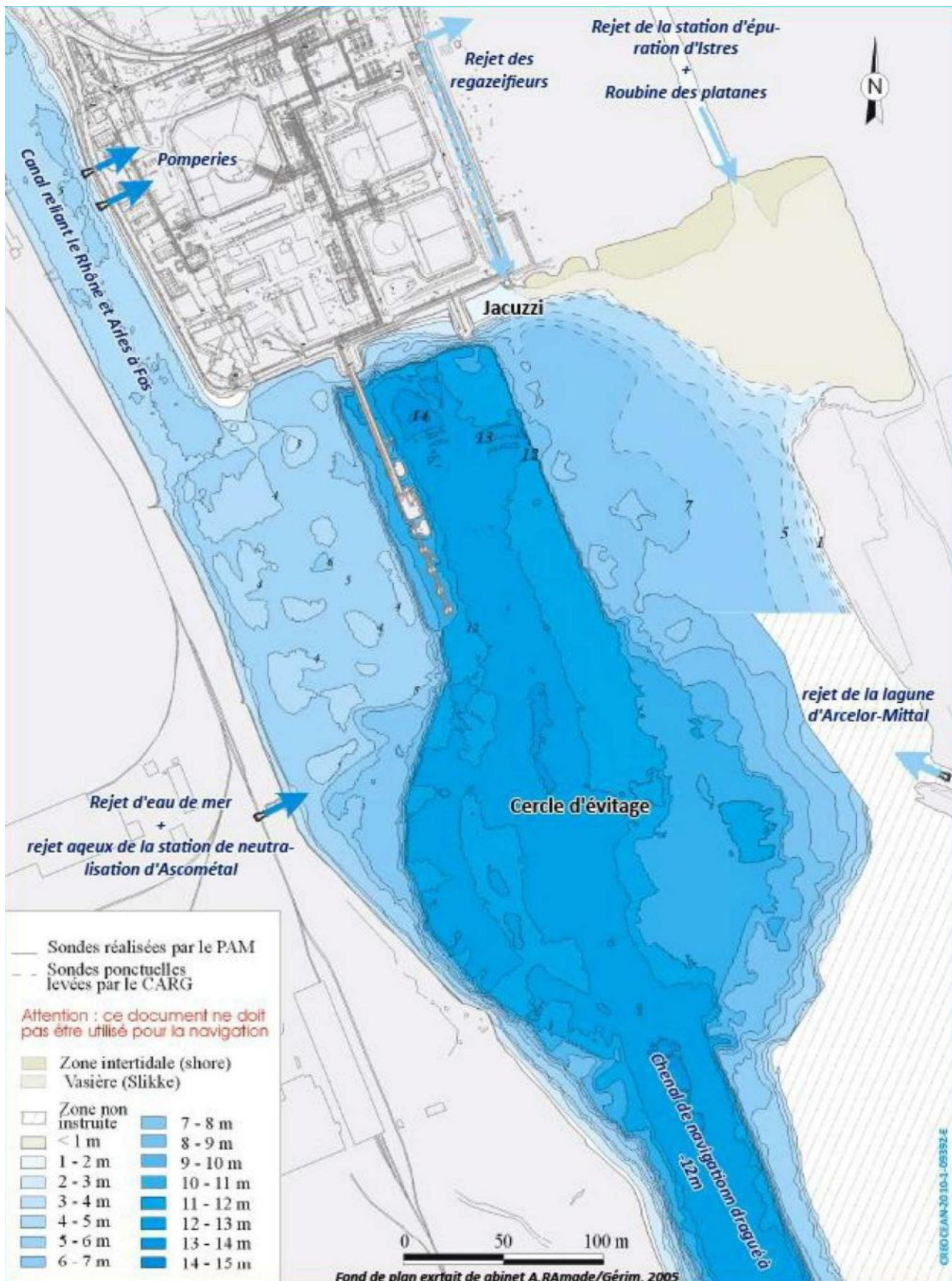


Figure 4 : Hydrosystème autour du terminal méthanier de Fos-Tonkin (CREOCEAN, 2013)

2.3 BATHYMETRIE

La darse 1 est une zone de rencontre d'eaux douces venant du nord et d'eaux salines plus denses au sud. Les eaux douces sont à l'origine d'apports telluriques qui s'accumulent dans le fond de la darse et expliquent les faibles profondeurs observées (Figure suivante).

A l'ouest du chenal de navigation desservant le terminal méthanier, il existe un plateau vaseux, menant au canal d'Arles à Fos, couvert par 5 mètres d'eau en moyenne (Figure suivante). Ce plateau se prolonge vers le Nord-Ouest dans le canal (Figure précédente).

Dans le coin nord-est de la darse se situe une vasière constituée de sédiments très fins, non consolidés voire fluides qui couvre une surface de 7 hectares (Cabinet A. Ramade/GERIM 2005). Sur la frange nord, la vasière est bordée par une bande intertidale de 30 à 50 m de large. La vasière présente une faible pente couverte par 5 à 7 m d'eau puis un décrochement abrupt qui conduit au centre du chenal du Tonkin à -12 m (Figure suivante).

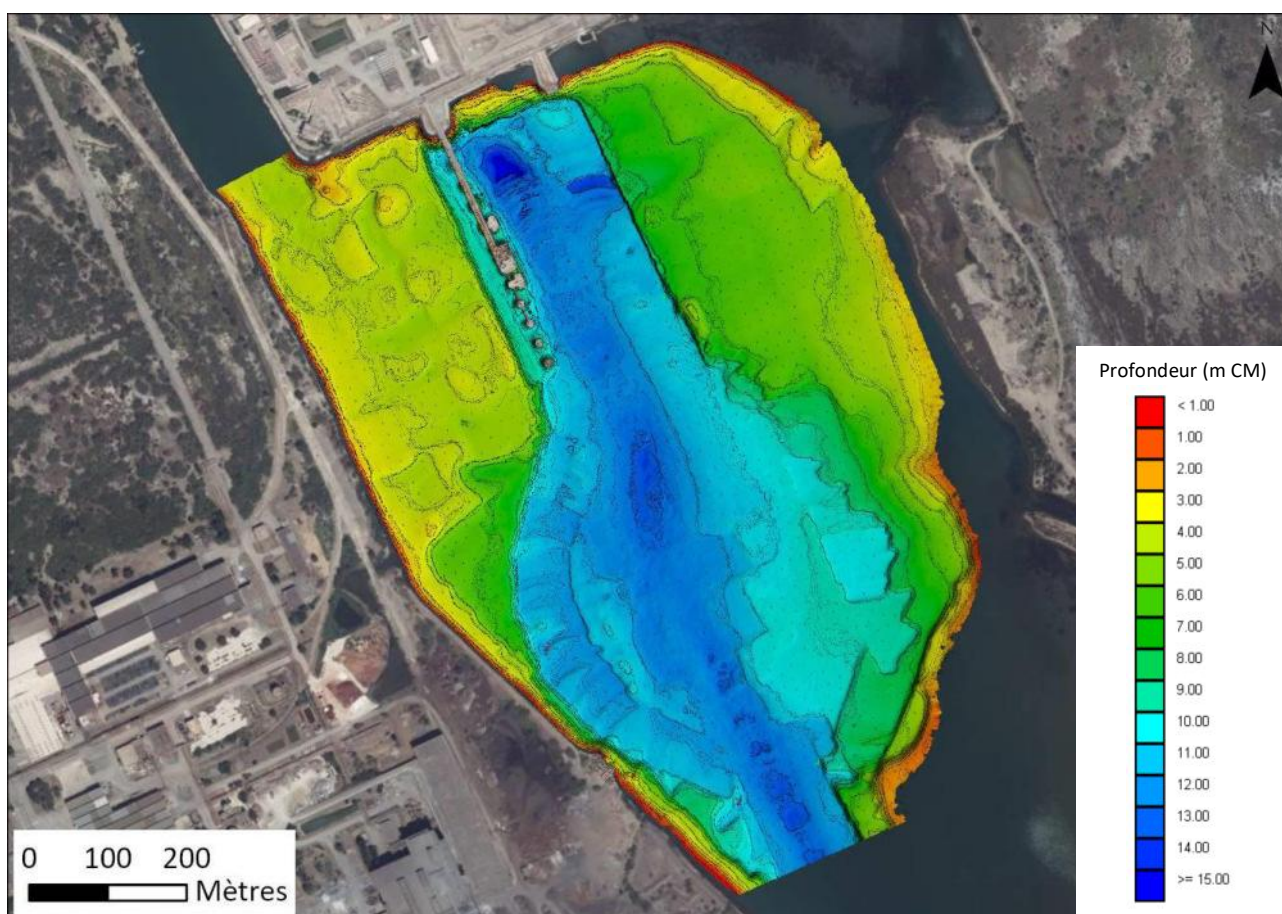


Figure 5 : Bathymétrie quai et darse GDF Tonkin en mètres CM (Côte marine), août 2021 (Source : GPM 2021)

2.4 HYDRODYNAMIQUE

2.4.1 COURANTOLOGIE

Le schéma de circulation des masses d'eau dans le nord de la darse 1 a été établi par le Cabinet A. Ramade/GERIM (Cabinet A. Ramade/GERIM 2005) à partir d'enregistrements courantologiques réalisés depuis 1991. Il propose une vue synoptique des roses de courants (en surface et en fond) en fonction des conditions anémométriques caractéristiques de la darse

2.4.1.1 Temps calme

En l'absence de vent, les courants de sub-surface sont souvent dynamiques et généralement alignés sur l'axe de la darse, avec une prédominance des courants dirigés vers le sud, notamment par les mouvements les plus rapides (Figure suivante). Cette résultante sortante est liée à l'écoulement des eaux telluriques parvenant du nord de la darse. Seule la station « Tonkin » affiche des courants peu dynamiques et indécis en direction (légère dominance des secteurs nord-est et sud-est) (Cabinet A. Ramade/GERIM 2005). Sur des fonds de 10 m et plus, aux stations Tonkin et SM (située au pied du talus ouest du chenal dragué, Figure suivante), les courants sont orientés selon un axe perpendiculaire à la darse correspondant à des mouvements de bassin (période de l'ordre de 10 h) plus ou moins combinés à un mouvement de rotation horaire dans le fond de la darse (Figure suivante). A la station DC fond, située sur le talus est, à une profondeur de 4,5 m, la courantologie présente des caractéristiques similaires à celles mesurées en subsurface (Cabinet A. Ramade/GERIM 2005).

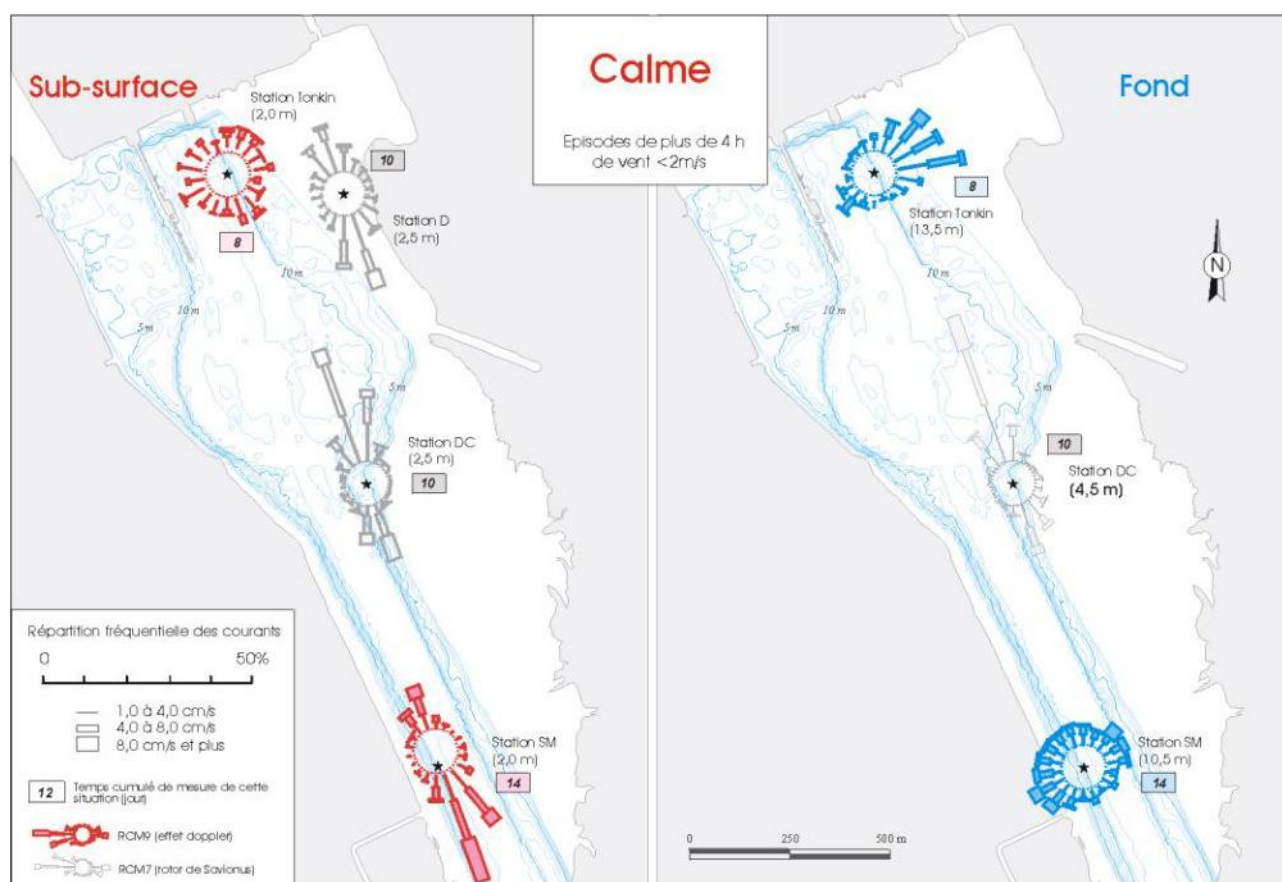


Figure 6 : Roses des courants par temps calme - Tiré de Cabinet A. Ramade/GERIM 2005

2.4.1.2 Par vents de reflux (mistral et vents de nord/nord-est)

Dans les conditions de vents de reflux, les courants de sub-surface sont orientés quasi-exclusivement vers le sud aux stations SM et DC (Figure suivante), évacuant les eaux de surface saumâtres vers le large et l'anse de Carteau (Cabinet A. Ramade/GERIM 2005). Aux stations de fond de darse (Tonkin et D), la courantologie est moins dynamique et dirigée vers le quart nord-est, caractéristique d'un mouvement cycloïde des eaux. En profondeur, un courant de compensation se met en place, portant à contrevent lorsque le Mistral souffle et orienté plus transversalement en conditions de vent de nord à nord-est) (Figure suivante), ramenant ainsi les eaux froides et salées du large dans le chenal et la darse (Cabinet A. Ramade/GERIM 2005).

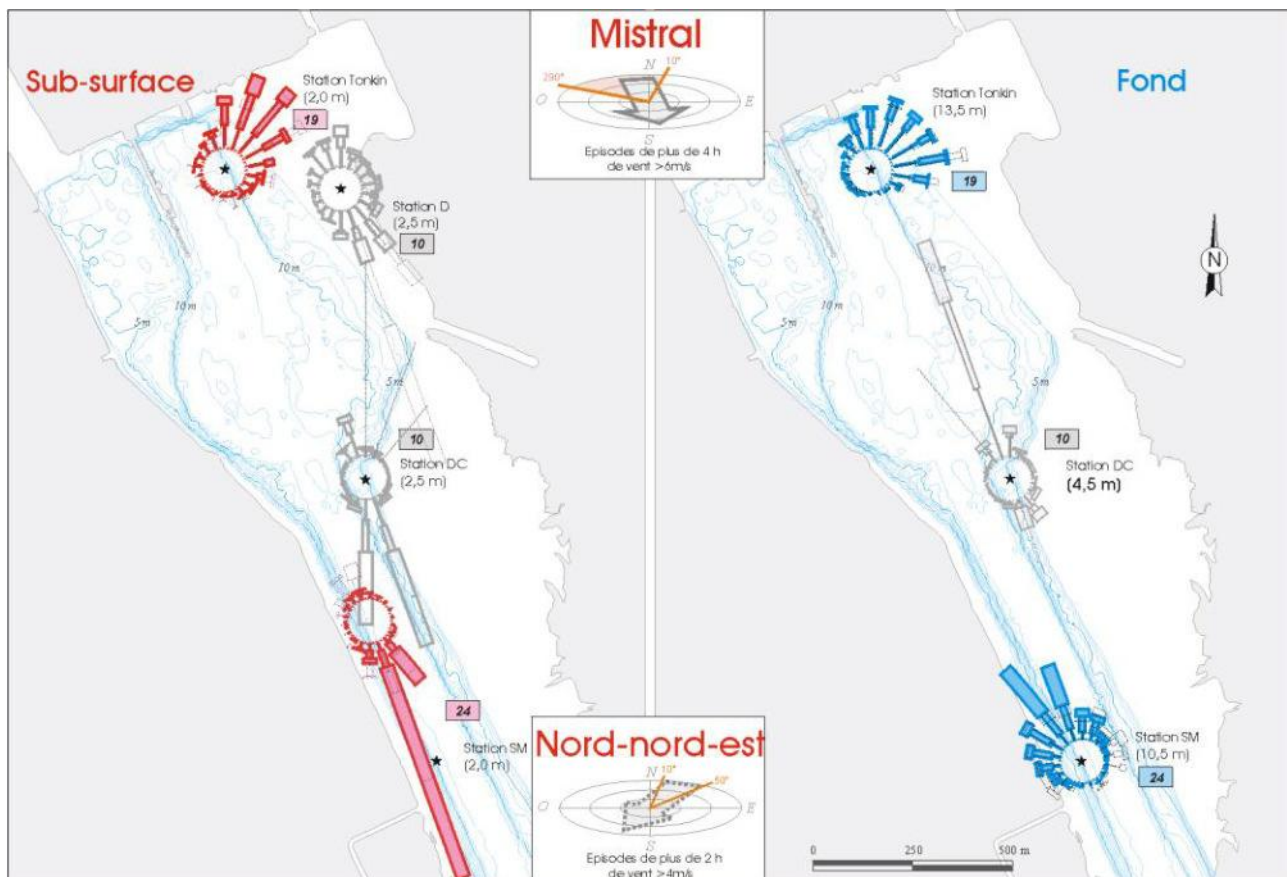


Figure 7 : Roses des courants par vents de reflux (mistral et NNE) - Tiré de Cabinet A. Ramade/GERIM 2005

2.4.1.3 Par vents d'afflux (sud et sud-est)

Dans les conditions de vent d'afflux, les courants de sub-surface dans le chenal (stations SM et DC) sont orientés majoritairement dans l'axe de la darse avec des composantes entrantes et sortantes relativement équivalentes (Figure suivante). En fond de darse, à la station Tonkin, les conditions de courants sont moins claires, sans prédominance d'une direction ou d'une vitesse (Cabinet A. Ramade/GERIM 2005). En profondeur, un courant de compensation dans le chenal est mis en évidence portant vers le sud-est. En fond de darse, les courants sont plutôt traversants, orientés majoritairement vers le nord-est (Figure suivante).

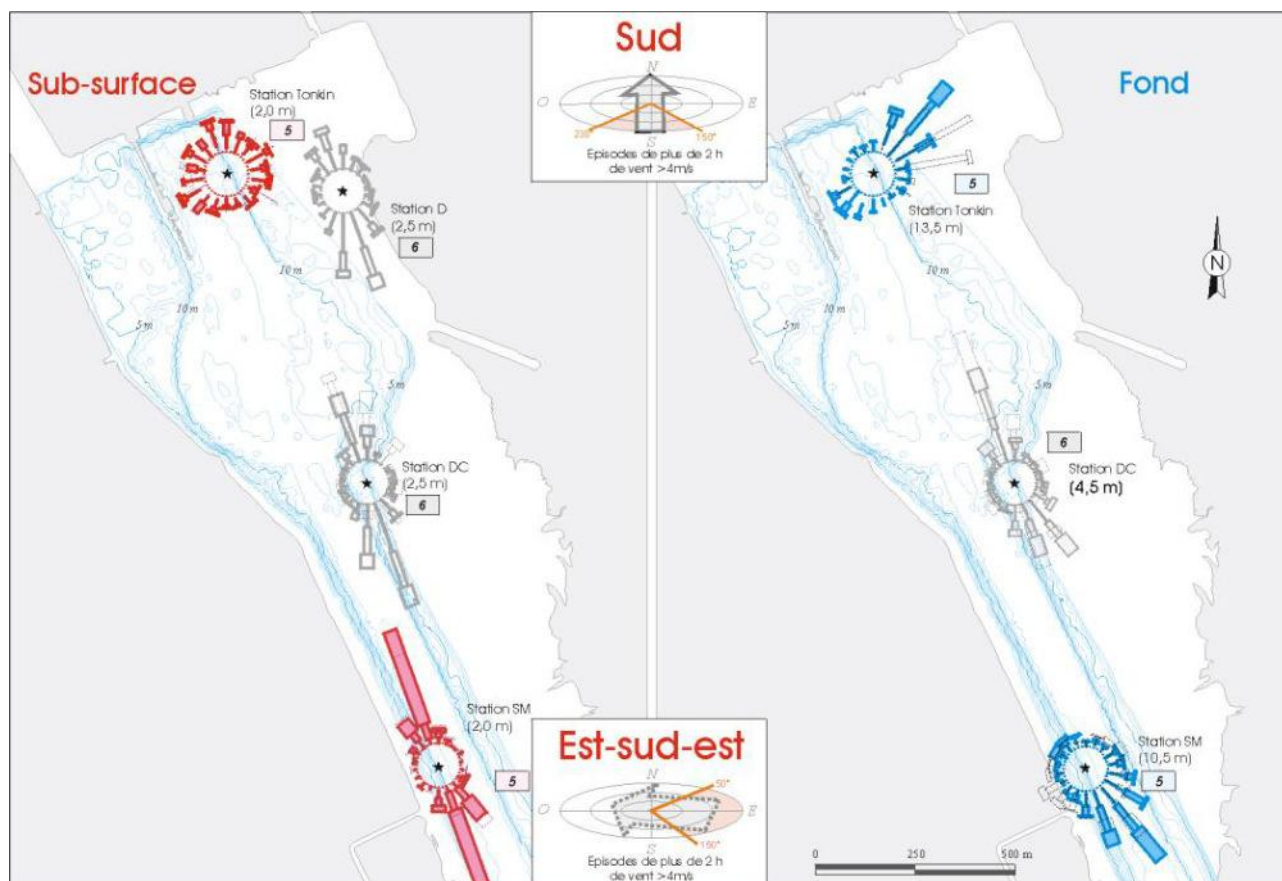


Figure 8 : Roses des courants par vents d'afflux (sud et sud-est) - Tiré de Cabinet A. Ramade/GERIM 2005

2.4.2 HOULE

Dans le golfe de Fos, les houles de secteurs sud-est à sud/sud-est convergent vers le littoral du They de la Gracieuse et affectent peu le littoral nord et les darses. Les houles de sud-ouest, les plus fréquentes, affectent également peu cette partie du littoral en raison de l'orientation de la flèche sédimentaire du delta du Rhône et de la forte réfraction occasionnée par ces hauts fonds (CREOCEAN 1997). Cependant, en raison de l'orientation de la darse 1 dans l'axe des vents dominants, le Mistral peut entraîner une agitation notable avec par endroits des creux pouvant atteindre 1 m. Le terminal méthanier n'est pas très exposé au clapot levé par le mistral car le fetch est très faible.

3 MATERIELS ET METHODES

3.1 DATE DES PRELEVEMENTS ET CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Dans le cadre de ce suivi des impacts du milieu marin, nous avons réalisé une intervention sur le terrain le 27 et 28 novembre 2024 ainsi que les 5 et 6 février 2025. Cette campagne comprend le prélèvement de sédiments (27 et 28/11/2024), de peuplements benthiques (04 et 05/02/2025) et de matière vivante (moules - 27 et 28/11/2024).

Les conditions météorologiques, enregistrées à la station de l'aéroport d'Istres (station la plus proche de Fos), sont présentées ci-dessous. Les températures du mois de novembre ont été supérieures de 1,3°C par rapport à la normale (1991-2020). Des épisodes de pluie modérée à important (<15 mm) ont eu lieu les 21, 23 et 25 novembre. Le vent dominant est de secteur de N à NE, il est parfois fort. La période fin janvier – début février a connu un épisode de pluie importante (> 15mm) le 30 janvier et le 1^{er} février. Durant cette période, la température été légèrement supérieur à la normale. Durant les deux campagnes, les vents étaient de secteur N et allant jusqu'à 44,6 km/h.

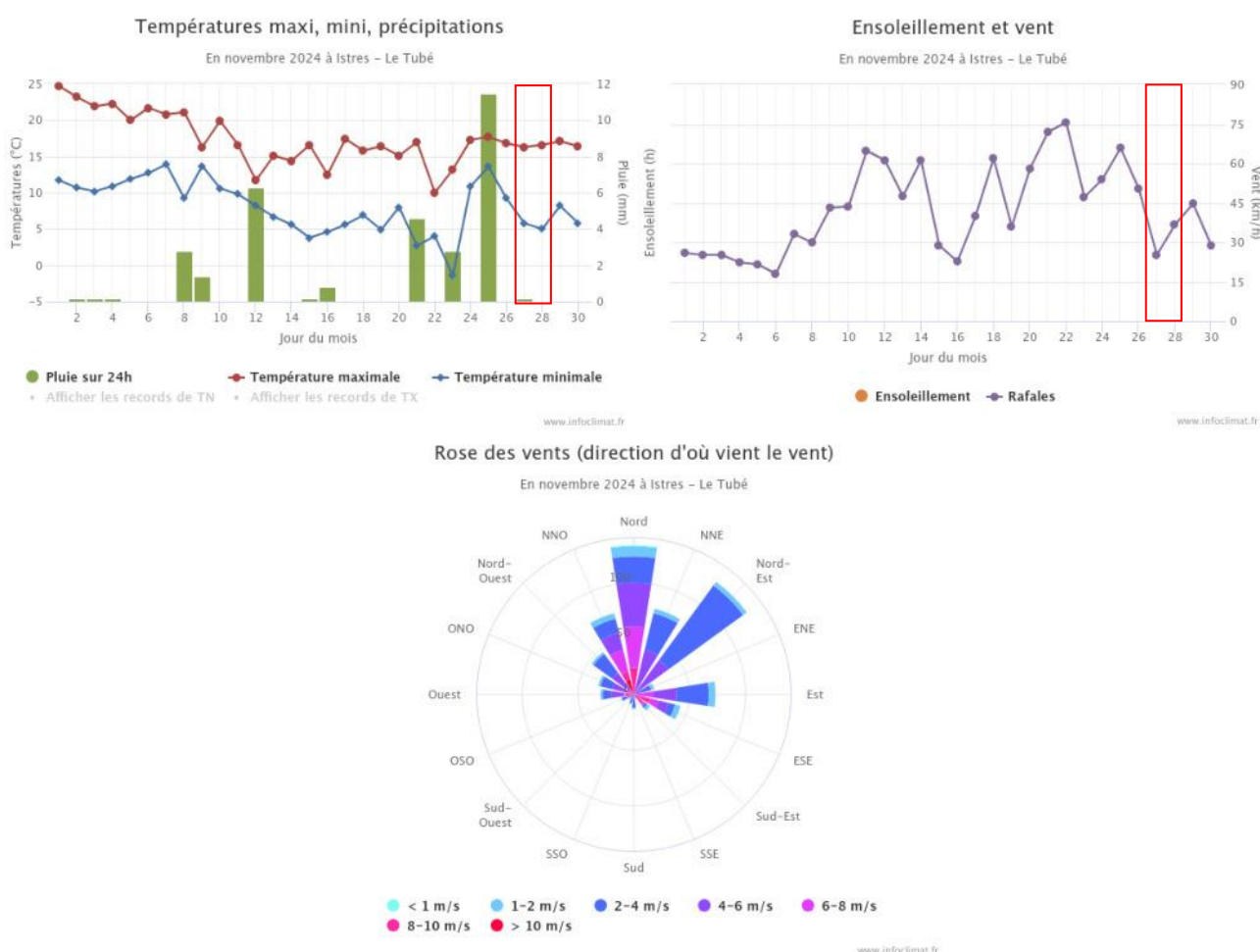


Figure 9 : Données météorologiques enregistrées à la station de l'aéroport d'Istres le tubé en novembre 2024 - : Date de prélèvements (Source : <https://www.infoclimat.fr>)



Figure 10 : Données météorologiques enregistrées à la station de l'aéroport d'Istres le tubé en février 2024 - : Date de prélèvements (Source : <https://www.infoclimat.fr>)

Tableau 1 : Température, vent et précipitation sept jours avant les campagnes mesurés à la station de l'aéroport d'Istres le tubé (Source : <https://www.infoclimat.fr>)

Date	Température (°C)		Vent (km/h)		Précipitation (mm)	Date	Température (°C)		Vent (km/h)		Précipitation (mm)
	Min	Max	Max	Direction			Min	Max	Max	Direction	
20/11	8,0	15,1	58,0		0	27/1	12,8	17,5	86,4		0,2
21/11	2,7	17,0	72,0		4,6	28/1	7,6	14,1	86,4		0
22/11	4,0	10,0	75,6		0,0	29/1	4,3	15,0	50,4		5,0
23/11	-1,4	13,2	47,2		2,8	30/1	9,7	13,3	51,8		21,9
24/11	10,9	17,3	54,0		0	31/1	8,1	12,1	57,6		1,8
25/11	13,6	17,7	65,9		11,5	1/2	5,2	9,7	37,4		17,6
26/11	9,2	16,8	50,4		0	2/2	5,5	13,9	39,6		0
27/11	5,8	16,3	25,2		0,2	3/2	1,9	13,6	36,0		0
28/11	5,0	16,6	36,7		0	4/2	1,6	12,9	30,2		0

Pour mémoire, les campagnes de prélèvements réalisées précédemment par SETEC énergie environnement (anciennement IN VIVO Environnement) en 2012, 2014, 2016, 2018 et 2020 ont eu lieu en septembre et février/mars pour la campagne de 2023.

3.2 CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS

3.2.1 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Le plan d'échantillonnage adopté en 2024 est identique à celui adopté pour les campagnes précédentes.

Tableau 2 : Coordonnées géographiques (WGS 84) des stations de prélèvements de sédiments

Stations de prélèvement	Abréviation	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)	Profondeur (m)
SB1	SB1	43°26,809'N	4°51,168'E	4,5
SB2	SB2	43°26,826'N	4°51,234'E	5
SB3	SB3	43°26,723'N	4°51,282'E	11
SB4	SB4	43°26,907'N	4°51,106'E	5
SB5	S5	43°26,666'N	4°51,367'E	12
SB6	S6	43°27,057'N	4°51,018'E	5
SB. Ref. Canal du Rhône	SB CR	43°27,256'N	4°50,851'E	5
SB. Ref. Arcelor	SB AR	43°26,883'N	4°51,612'E	7
SB. Ref. Sud	SB Sud	43°26,297'N	4°51,775'E	6
SB Lagune	SB LA	43° 26,761'N	4° 51,094'E	2



Figure 11 : Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen qui permet d'échantillonner une surface de 0,026 m² de sédiment. A chaque station de prélèvement, trois échantillons élémentaires ont été prélevés et mélangés pour confectionner un échantillon moyen à analyser.

Les échantillons ne nécessitent aucune préparation préalable pour les analyses portant sur les sédiments frais. Ils sont conditionnés dans un flaconnage adapté et mis dans une glacière à l'abri de la lumière et à une température comprise entre 0 et 4°C. Ils sont envoyés le jour même et sont réceptionnés le lendemain par le laboratoire d'analyse EUROFIINS Environnement.

3.2.2 ANALYSES

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire EUROFIINS Environnement accrédité COFRAC et agréé par le ministère en charge de l'environnement.

Tableau 3 : Paramètres analysés sur les sédiments par le laboratoire EUROFIINS

Paramètre	Méthode	LQ	Incertitude
Chimie générale			
Fraction 0,02 - 2 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0 %	25 %
Fraction 2 - 20 µm			15 %
Fraction 20 - 63 µm			15 %
Fraction 63 - 200 µm			15 %
Fraction 200 - 2000 µm			10 %
Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464	1 %	-
Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - Méthode interne	5 mg/kg MS	23%
Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0,1 % PB	5%
Carbone organique total (COT)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000 mgC/kg MS	19,1 à 24,4%
Matières organiques à 500°C	Combustion - adaptée de XP P 94-047	0,1 %MS	-
Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - Méthode interne (Sols) - NF EN 13342 (autres matrices)	0,5 g/kg MS	19,1 à 24,4%
Ammonium	Titrimétrie [Distillation] – Méthode interne	20 mg/kg MS	-
Phosphore (P)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - Méthode interne	1 mg/kg MS	12,9 à 13,1 %
Nitrate soluble (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF EN mg/kg M.S. ISO 15923-1	20 mg/kg MS	-
Nitrite soluble (NO2)			-
Orthophosphate soluble (PO4-P)			-
Fluorure soluble			-
Cyanures totaux	Flux continu [Extraction basique et mg/kg M.S. dosage par flux continu] - Adaptée de NFEN ISO 14403-2	0.5 mg/kg MS	40%
Eléments métalliques			
Cadmium (Cd)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - Méthode interne	0,4 mg/kg MS	40%
Chrome (Cr)		5 mg/kg MS	12 à 18,7 %
Chrome VI (Cr VI)		0,5 mg/kg MS	19%
Cuivre (Cu)		5 mg/kg MS	15 à 22%
Etain (Sn)			15,1 %
Fer (Fe)			15%
Manganèse (Mn)		1 mg/kg MS	24,9 à 25,1%
Mercuré (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - Méthode interne	0,1 mg/kg MS	20%
Nickel (Ni)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - Méthode interne	1 mg/kg MS	13,9 à 14,2%%
Plomb (Pb)		5 mg/kg MS	30%
Zinc (Zn)			21%
HAP et hydrocarbures totaux			
Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17503	2 µg/kg MS	42,4 à 43,2%
Fluorène			25 à 25,7%
Phénanthrène			25 à 26,3%
Anthracène			30 à 30,2%
Fluoranthène			25 à 26%
Pyrène			25 à 25,3%
Benzo-(a)-anthracène			25 à 26%

Paramètre	Méthode	LQ	Incertitude
Chrysène			25 à 26,7%
Benzo(b)fluoranthène			25 à 25,9%
Benzo(k)fluoranthène			25 à 25,9%
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène			25 à 27,3%
Dibenzo(a,h)anthracène			25 à 26,7%
Naphtalène			25 à 25,4%
Acénaphthylène			30%
Acénaphène			25 à 28,3%
Benzo(ghi)Pérylène			25 à 26,9%
Somme des HAP	Calcul	-	-
Hydrocarbures totaux (C10 – C40)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] -NF EN 14039	15 mg/kg MS	37 à 39,6 %
Eléments métalliques			
PCB 118	GC/MS/MS [ou GC/ECD - Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17322	1 µg/kg MS	30,2 à 32,5%
PCB 28			30%
PCB 101			30%
PCB 138			25,7 à 29,3%
20 à 24,7%			29%
PCB 52			30%
PCB 180			35 à 36,7%
Somme PCB (7)	Calcul	-	24,7 à 29%

3.2.3 INTERPRETATION DES RESULTATS

3.2.3.1 Interprétation des concentrations brutes

Pour chaque paramètre étudié, les concentrations mesurées sont comparées :

- Entre elles et aux données des suivis précédents afin d'étudier l'évolution spatiale (entre stations) et temporelle (selon les campagnes de suivi) des paramètres suivis.
- A une grille de qualité permettant de déterminer le niveau de concentration des composés étudiés (de faible à très fort). Les niveaux ont été déterminées à partir des données issues de suivi de rejets industriels dans la ZIP de Fos sur Mer, des données des réseaux REPOM, ROCCH-SED, ...

Tableau 4 : Grille de qualité pour les sédiments- MS = Matière Sèche

Paramètres	Unités	Très fort	Fort	Moyennement fort	Modéré	Faible
Matière Organique	% MS	>10	7,5 - 10	5 – 7,5	3,5 - 5	≤3,5
COT		>5,8	4 - 5,8	2,4 - 4	0,6 - 2,4	≤0,6
Al	g/kg MS		>75	50 - 75	25 - 50	≤25
Cd	mg/kg MS		>1,5	0,3 - 1,5	0,15 - 0,30	≤0,15
Cr			>140	90 - 140	40 - 90	≤40
Cu			>45	35 - 45	25 - 35	≤25
Fe	g/kg MS		>48	33 – 48	18 – 33	≤18
Hg			>0,8	0,4 – 0,8	0,2 – 0,4	≤0,2
Mn	mg/kg MS		>1215	795 - 1215	375 - 795	≤375
Ni			>50	35 - 50	20 - 35	≤20
Pb			>155	95 - 155	35 - 95	≤35
Zn			>445	275 - 445	105 - 275	≤105
Azote Kjeldahl	g/kg MS	>3,6	2,4 – 3,6	1,2 – 2,4	0,6 - 1,2	≤0,6
Ptot	mg/kg MS		>1200	800 - 1200	500 - 800	<500
HAP16			>3000	1500 - 3000	600 - 1500	≤600
Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	>500	500 - 200	200 - 100	50 – 100	≤50
PCB	µg/kg MS		>160	80 - 160	40 - 80	≤40

3.2.3.2 Interprétation des concentrations normalisées

On ne peut s'arrêter à ce type d'interprétation à partir des concentrations brutes. En effet, ces dernières sont fonction du niveau d'imprégnation du milieu (information que l'on cherche à saisir par ce type d'analyse) mais aussi de la capacité de "rétention" du substrat, lui-même fonction de sa proportion en particules fines et en matière organique.

Les pélites (fraction sédimentaire de granulométrie $< 63\mu\text{m}$), l'aluminium et le COT sont de bons indicateurs de la proportion de fines et de matière organique (COT seulement), ces cofacteurs sont utilisés pour normaliser les concentrations des éléments et composés étudiés.

Afin d'étudier l'influence des cofacteurs sur la concentration des paramètres suivis, il est analysé dans un premier temps les graphiques représentant la concentration d'un paramètre en fonction de chaque cofacteur.

L'étude des graphes permet de juger de la qualité d'un normalisateur et de l'écarter le cas échéant, si on n'observe pas de liaison entre les concentrations d'une substance et le normalisateur étudié (absence de corrélation). Le graphe permet aussi de repérer les points notablement supérieurs au nuage de points. Ces « points extrêmes » témoignent d'une imprégnation du milieu supérieure plutôt que de la capacité du substrat à fixer les éléments et composés suivis.

Dans un second temps, si le cofacteur est jugé bon, nous calculons une concentration normalisée afin de comparer des échantillons présentant des teneurs en pélites, Al et COT différentes.

Le calcul est réalisé à partir des droites de régressions linéaires obtenues pour chaque couple « paramètre suivi – cofacteur » ou bien, dans certains cas, d'une régression multiple. Dans tous les cas les régressions sont déterminées sans prendre en compte les valeurs extrêmes qui sont détectées par une régression robuste LTS. Lorsque malgré la réalisation d'une régression robuste, la corrélation n'est pas significative (p value du test de Fisher $< 0,05$) la concentration n'est pas calculée.

Les concentrations normalisées sont calculées en prenant, pour chaque échantillon, des teneurs identiques en cofacteurs (Pélites, COT, AL) qui correspondent pour chacun d'entre eux à leur concentration moyenne. Elles rendent compte de l'écartement des teneurs mesurées par rapport à la droite de régression.

La formule mathématique permettant la normalisation des données est la suivante :

Soit $[\text{CONT}]_{\text{mes}}$, une concentration mesurée dans un échantillon dont les valeurs en cofacteurs sont égales à $[\text{Pél}]_{\text{mes}}$, $[\text{COT}]_{\text{mes}}$, $[\text{Al}]_{\text{mes}}$.

Soit α pente de la régression linéaire robuste LTS entre le contaminant et un cofacteur.

Par exemple, la concentration normalisée par les pélites est donnée par :

$$[\text{CONT}]_{\text{norm}} = [\text{CONT}]_{\text{mes}} + (\alpha \times ([\text{Pél}]_{\text{moy}} - [\text{Pél}]_{\text{mes}}))$$

3.2.3.3 Détection des tendances et des ruptures de moyennes

Les données de concentrations brutes et normalisées sont traitées par l'outil HYPE¹ développé par l'ONEMA et le BRGM. Cet outil a été conçu pour étudier statistiquement les chroniques d'évolution de la qualité des eaux souterraines. Il peut toutefois être utilisé pour d'autres compartiments comme les sédiments et la matière vivante (chair de moule).

3.3 QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE

La moule *Mytilus galloprovincialis* est classiquement utilisée dans l'évaluation de la contamination chimique des eaux face à des apports de contaminants, notamment dans le cadre des réseaux de surveillance. En effet, la mesure directe des contaminants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses, difficilement applicables à un réseau de surveillance, et la variabilité temporelle du milieu littoral ne confère que peu de signification à une mesure ponctuelle.

La biosurveillance repose dans la capacité de la moule à concentrer dans ses tissus les contaminants chimiques dans un facteur proportionnel à leur biodisponibilité.

La moule *Mytilus galloprovincialis* est généralement utilisée, car elle répond à plusieurs exigences :

- physiologie et processus de bioaccumulation bien connus,
- large aire de répartition en Méditerranée,
- facilité d'approvisionnement,
- tolérance à de larges gammes de température et de salinité,
- résistance à la déshydratation (transport).

3.3.1 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

L'analyse de la qualité de la matière vivante a été réalisée sur des moules prélevés sur les 7 stations déjà utilisées au cours de l'état initial.

Tableau 5 : Coordonnées géographiques (WGS 84) des stations de prélèvements de moules

Stations de prélèvement	Abréviation	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)
MV1	MV1	43°26,798'N	4°51,150'E
MV2	MV2	43°26,811'N	4°51,141'E
MV3	MV3	43°26,901'N	4°51,091'E
MV4	MV4	43°26,711'N	4°51,259'E
MV Ref. Canal du Rhône	MV CR	43°27,253'N	4°50,828'E
MV Ref. Arcelor	MV AR	43°26,900'N	4°51,711'E
MV Ref. Sud	MV Sud	43°26,227'N	4°51,674'E

Sur chaque station, un centaine de moules de mêmes classes de taille sont prélevées à moins de 50 cm de profondeur. Les échantillons sont conditionnés dans un emballage adapté et fourni par le laboratoire d'analyse (TERANA Drôme), puis sont placés dans une glacière à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 0 et 4°C. Ils sont envoyés le jour même et sont réceptionnés le lendemain par le laboratoire d'analyse.

¹ <https://www.brgm.fr/fr/logiciel/hype-outil-caracterisation-evaluation-tendances-evolution-temporelle-qualite-eaux>

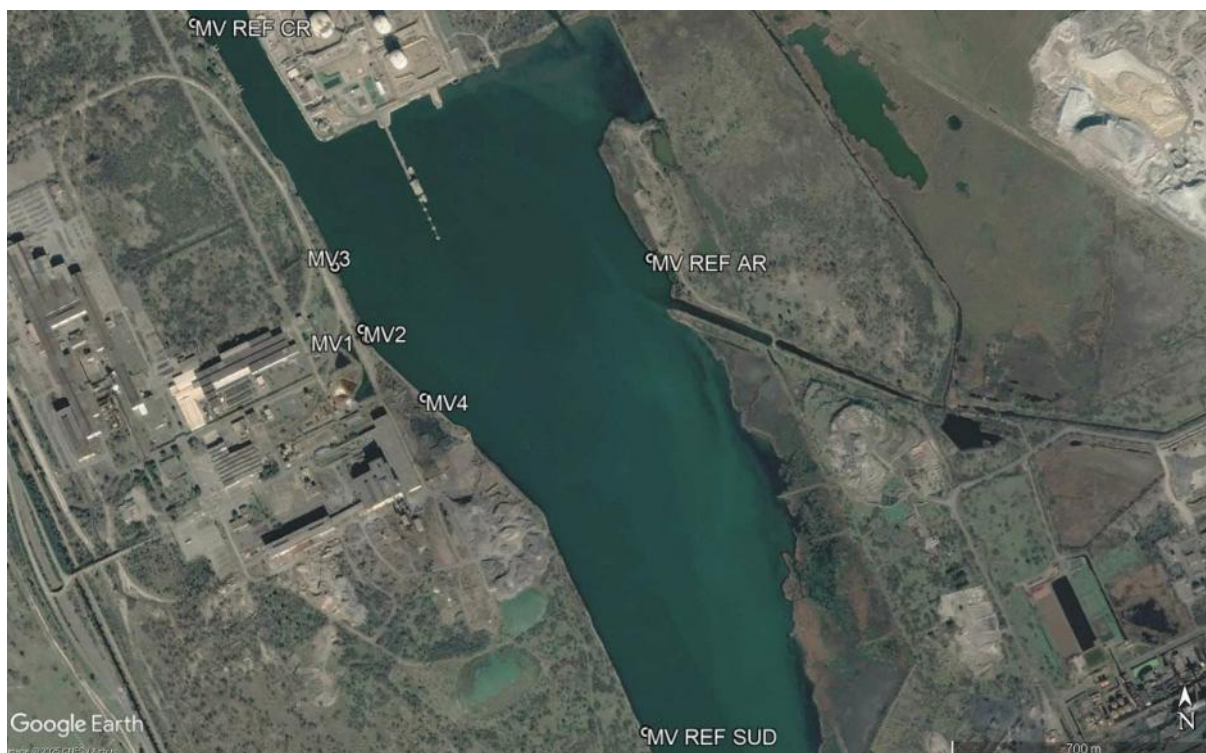


Figure 12 : Localisation des stations de prélèvement de moules

3.3.2 ANALYSES

Les analyses suivantes ont été réalisées par le laboratoire TERANA Drôme accrédité COFRAC et agréé par le ministère en charge de l'environnement.

Paramètre	Méthode	LQ	Unité	Incertitude
Biométrie				
Indice de condition	Calcul - IFREMER	-	%	-
Matière sèche à 105°C	Pesée - CPS_M081	0,1	% / brut	-
Contaminants – Eléments métalliques				
Aluminium	ICP/MS - CMM_M047	1000	µg/kg PF	30%
Arsenic	ICP/MS - CMM_M047	10		30%
Cadmium	ICP/MS - CMM_M047	4		15%
Chrome total	ICP/MS - CMM_M047	20		-
Cuivre	ICP/MS - CMM_M047	120		-
Etain	ICP/MS - CMM_M047	20		-
Fer	ICP/MS - CMM_M047	2000		-
Manganèse	ICP/MS - CMM_M047	60		-
Mercuré	R53 - CMM_M047	5		30%
Nickel	ICP/MS - CMM_M047	80		15%
Plomb	ICP/MS - CMM_M047	10		10%
Zinc	ICP/MS - CMM_M047	1200		25%
Contaminants organiques - HAP, hydrocarbures totaux et autres hydrocarbures				
Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS - CMO_MT76	1	µg/kg PF	35%
Fluorène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		30%
Phénanthrène	GC/MS/MS - CMO_MT76	2,5		40%
Anthracène	GC/MS/MS - CMO_MT76	1		25%
Fluoranthène	R53 - CMO_MT76	0,5		35%
Pyrène	R53 - CMO_MT76	0,5		25%
Benzo(a)anthracène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		35%
Chrysène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		35%
Benzo(b)fluoranthène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		15%
Benzo(k)fluoranthène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		15%
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		45%

Paramètre	Méthode	LQ	Unité	Incertitude
Dibenzo(a,h)anthracène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		40%
Naphtalène	GC/MS/MS - CMO_MT76	4		40%
Acénaphthylène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		35%
Acénaphène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		40%
Benzo(g,h,i)pérylène	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,5		15%
Somme des HAP	GC/PFPD CMO_MT16	-		-
Hydrocarbures totaux	CMO_MT32 CMO_MT17	-		40%
Contaminants organiques - PCB				
PCB 101	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,2	µg/kg PF	15%
PCB 118	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,2		-
PCB 138	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,2		40%
PCB 153	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,2		30%
PCB 180	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,2		40%
PCB 28	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,4		35%
PCB 52	GC/MS/MS - CMO_MT76	0,2		-

3.3.3 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

3.3.3.1 Concentrations brutes

Pour chaque paramètre étudié, les concentrations mesurées sont comparées :

- Entre elles et aux données des suivis précédents afin d'étudier l'évolution spatiale (entre stations) et temporelle (selon les campagnes de suivi) des paramètres suivis.
- A une grille de qualité permettant de déterminer le niveau de concentration des composés étudiés (de faible à très fort). Les niveaux ont été déterminées à partir des données issues de suivi de rejets industriels dans la ZIP de Fos sur Mer, des données des réseaux RINBIO, ROCCH-MV, ...

Tableau 6 : Grille de qualité pour les moules. PS : Poids sec

Paramètres	Unités	Fort	Moyennement fort	Modéré	Faible
Aluminium	mg/kg ps	>1235	1235 – 764	764 - 293	≤293
Arsenic		>90	90 – 64	64 - 38	≤38
Cadmium		>1,98	1,98 – 1,4	1,4 – 0,82	≤0,82
Chrome		>4	4 – 3	3 - 2	≤2
Cuivre		>15	15 – 10	10 – 5	≤5
Fer		>735	735 – 484	484 – 233	≤233
Manganèse		>24	24 – 17	17 – 10	≤10
Mercure		>0,4	0,4 - 0,3	0,2 - 0,3	≤0,2
Nickel		>4	4 – 3	3 – 2	≤2
Plomb		>6	4 - 6	4 – 2	≤2
Zinc		>415	415 - 296	296 - 178	≤178
HAP6		>0,5	0,5 – 0,2	0,2 - 0,1	≤0,1
HAP16		>1	0,5-1	0,2 - 0,5	≤0,2
Hydrocarbures totaux		>2775	2775 - 1619	1619 - 464	≤464
PCB	µg/kg ps	>400	400 - 150	150 - 50	≤50

3.3.3.2 Influence de l'indice de condition sur les concentrations brutes

Les concentrations sont également mises en relation avec l'Indice de Condition : $IC = \frac{Ps \text{ chair}}{Ps \text{ coquille}}$

avec Ps chair : Poids sec de chair et Ps coquille : Poids sec de coquille.

En effet, selon Sargian *et al* (2013), « les variables relatives à la croissance des tissus mous sont significativement corrélées à la concentration tissulaire pour certains contaminants.

L'indice de condition (...) est le plus fortement corrélé.

Selon la nature des éléments chimiques analysés, deux modèles de régression expliquent la liaison entre la concentration du contaminant et l'indice de condition.

Pour le premier, la concentration tissulaire (...) est inversement proportionnelle à l'indice de condition IC. (...)

Pour le second, la concentration tissulaire est proportionnelle à l'indice de condition PS / PC. Les contaminants concernés sont les molécules organiques. »

Ainsi, pour chaque paramètre, un graphe est tracé à partir des concentrations en fonction de l'IC ou de 1/IC. Le graphique peut permettre de visualiser le niveau de base (= bruit de fond) et de déceler la présence de fortes valeurs non expliquées uniquement par l'IC (point se détachant du nuage représentatif du bruit de fond).

Notons que lors des campagnes de suivi antérieures à 2024, le calcul de l'indice de condition a été réalisé selon la formule établit par Lawrence et Scott :

$$I.C. = \frac{\text{Poids sec de chair}}{\text{Poids total} - \text{poids de coquille}} \times 1000$$

Nous avons calculé l'IC avec cette formule pour comparer les résultats de la campagne 2024 avec ceux des années précédentes. Cet indice est corrélé avec l'Indice de Condition présenté plus haut.

3.4 CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE

3.4.1 PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements ont été effectués avec les mêmes moyens que ceux mis en œuvre pour les sédiments. Pour chaque station 3 échantillons sont prélevés et tamisés (maille d'1mm) immédiatement après leur sortie de l'eau. Les refus de tamis sont minutieusement collectés, conditionnés individuellement par répliquat et fixés au formol neutre (dilué à 4-5 %).

Stations de prélèvement	Abréviation	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)	Profondeur (m)
SB1	SB1	43°26,809'N	4°51,168'E	4,5
SB2	SB2	43°26,826'N	4°51,234'E	5
SB3	SB3	43°26,723'N	4°51,282'E	11
SB4	SB4	43°26,907'N	4°51,106'E	5
SB. Ref. Canal du Rhône	SB CR	43°27,256'N	4°50,851'E	5
SB. Ref. Arcelor	SB AR	43°26,883'N	4°51,612'E	7
SB. Ref. Sud	SB Sud	43°26,297'N	4°51,775'E	6

3.4.2 ANALYSES

La détermination des peuplements benthiques est réalisée par Mme Corinne Pélaprat de la société BENTH.ID.

Au laboratoire, chaque échantillon conservé dans l'éthanol est rincé à l'eau douce puis trié à l'aide de pinces afin de sélectionner la faune parmi les débris et particules sédimentaires (éventuellement végétales). Les organismes récoltés ont été subdivisés selon leur embranchement (Annelida, Echinodermata, Arthropoda, Mollusca...) et conservés dans des piluliers.

Les organismes ont été identifiés sous loupe binoculaire et/ou microscope, jusqu'à l'espèce ou, lorsque ce n'était pas possible (animaux abimés lors des prélèvements ou de la conservation), à un rang taxonomique le plus précis possible.

En règle générale, le dénombrement se fait sur le comptage des têtes, de la partie postérieure de l'animal si l'identification se base sur cette portion de l'individu ou des disques centraux pour les échinodermes.

Lorsque la tête est manquante, mais que la présence de plusieurs parties de l'animal autorisant l'identification est observée sans toutefois permettre un dénombrement, l'individu est alors comptabilisé pour signaler sa présence.

3.4.3 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Divers indicateurs ont été étudiés conformément aux suivis précédents. Les paramètres étudiés sont les suivants :

- Caractérisation des assemblages en place, notamment des espèces caractéristiques des biocénoses benthiques de Méditerranée selon la typologie NatHab-Med (La Rivière *et al*, 2021), ainsi que les espèces indicatrices de déséquilibre.
- La richesse spécifique (nombre d'espèce), la densité (individu.m⁻²) et la biomasse (g.m⁻²) ont été calculées. Les valeurs moyennes sont comparées au moyen de tests statistiques (ANOVA et Tukey ou Kruskal-Wallis et Dunn) à l'aide du logiciel R. La réalisation de ces tests peut nécessiter préalablement la transformation racine ou log des données afin qu'elles suivent une loi normale.

- Les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélou :

L'indice de Shannon a été calculé selon la formule suivante :

$$H' = - \sum \left[\frac{N_i}{N} \times \log_2 \frac{N_i}{N} \right]$$

Cet indice permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance). L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces.

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité (J') de Piélou, appelé également indice d'équirépartition. Il correspond au rapport entre la diversité (H') observée au sein d'une station et la diversité maximale, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques. Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

La formule de l'équitabilité de Piélou est la suivante :

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Les indices de Sorensen et de Bray-Curtis ont été calculés avec le logiciel R. Les stations ont été classées, à partir des matrices de similitudes obtenues avec ces indices, par la méthode de classification ascendante hiérarchique appliquée précédemment par le cabinet RAMADE/GERIM (saut moyen).

- Le modèle DIMO permet la visualisation de la richesse spécifique ($\log_2 S$), de l'indice de Shannon-Weaver (H') et de l'équitabilité (E') sur un même plan, dans le but d'analyser la structure des peuplements.

- L'indice AMBI :

L'évaluation de la qualité environnementale d'un milieu peut également, et de manière complémentaire, être approchée par une analyse et une reconnaissance des groupes écologiques. Ces derniers sont composés d'espèces de polluo-sensibilité différentes. Ces groupes sont considérés comme des indicateurs biologiques face à l'excès de matière organique et au déficit d'oxygène résultant de sa dégradation. Les espèces sont regroupées en 5 groupes écologiques de polluo-sensibilité différentes :

- Groupe I : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a enrichissement du milieu. Ce sont des suspensivores, des carnivores sélectifs et quelques dépositivores de subsurface tubicoles.

- Groupe II : espèces indifférentes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont peu influencées par une augmentation de la quantité de matière organique (espèces carnivores et nécrophages peu sélectives).
- Groupe III : espèces tolérantes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont naturellement présentes dans les vases, mais comme leurs proliférations sont stimulées par l'enrichissement du milieu, leur présence est un signe du déséquilibre du système. Ce sont des espèces dépositives de surface, profitant du film superficiel chargé de matière organique.
- Groupe IV : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (< 1 an), abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées. Ce sont des dépositives de subsurface.
- Groupe V : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des dépositives, proliférant dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface.

Le modèle des Indices Biotiques (IB) mis en place par Glémarec et Hily (1981) a permis de distinguer 4 grandes étapes de variations du milieu en fonction des espèces observées :

- Indice Biotique = 0. Il constitue l'état normal d'un peuplement avec une dominance des espèces sensibles (Groupe écologique I), les premières à disparaître en cas de pollution organique. Ce sont généralement des suspensivores, dépositives de surface ou carnivores. Les données ont été comparées entre elles ainsi qu'aux données des précédents suivis.
- Indice Biotique = 2. Les espèces tolérantes (Groupe 3) sont stimulées et sont beaucoup plus abondantes. Ce sont des dépositives de surface comme les mollusques bivalves (Abra, Tellina...), des polychètes Ampharetidés ou des Spionidés. Apparaissent aussi les premiers détritivores, consommateurs de matière végétale figurée (Crustacé, Tanaïdace), c'est le cas des Nereidés ou d'amphipodes Talidridés, Dexaminidés, Gammaridés, Melitidés... Ces espèces tolérantes, dominant les espèces sensibles, définissent cette première étape du déséquilibre.
- Indice Biotique = 4. C'est la première étape de pollution. Le milieu est caractérisé par des espèces opportunistes de second ordre (groupe IV) susceptibles de proliférer. Ces espèces sont des dépositives de surface ou de subsurface (limivores) qui appartiennent à des familles de polychètes spécialisées parmi lesquelles les Cirratulidés, les Spionidés du genre Polydora avec de nombreuses espèces, les Nereidés du genre Nereis, des Eunicien de la famille des Dorvilleidés et des Capitellidés.
- Indice Biotique = 6. C'est l'étape de pollution maximale, caractérisée par quelques espèces opportunistes de 1^{er} ordre, qui atteignent des densités exceptionnelles (100 000 ind/m²) à la surface des sédiments réduits. Ces espèces très peu nombreuses sont : le Capitellidé *Capitella capitata* (complexe d'espèces), le Spionidé *Malacoceros fuliginosus* et le Leptostracé *Nebalia bipes*. Ces espèces cohabitent avec de nombreux Oligochètes (Clitellata) et nématodes.

Entre ces quatre grandes étapes existent des étapes de transition (IB = 1, 3 et 5), définies en premier lieu par l'effondrement des paramètres de Richesse Spécifique et d'Abondance ou au contraire, par l'explosion d'une espèce indifférente (groupe II), favorisée par le manque de compétition. Ces espèces sont généralement carnivores (ex. : *Nephtys hombergii*) ou nécrophages (ex. : *Pagurus*). L'étape 7 correspond au milieu azoïque c'est-à-dire qu'aucun invertébré n'y survit.

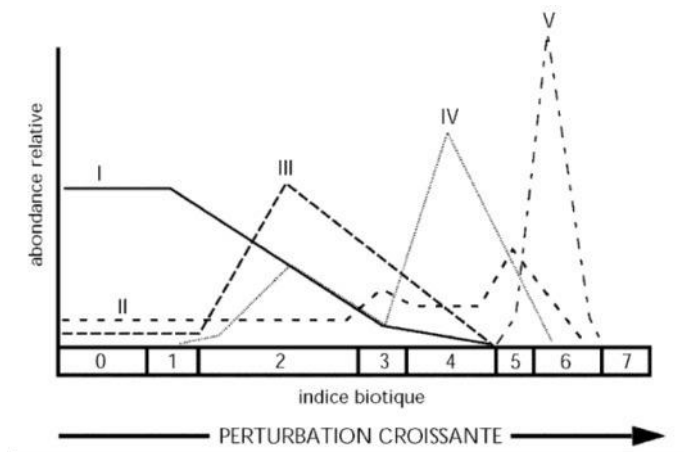


Figure 13 : Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques le long du gradient de perturbations croissantes (Glémarec et Hily, 1981)

Les indices biotiques pour la macrofaune benthique ont été développés dans le cadre du contrôle de surveillance des eaux de transition pour la Directive Cadre sur l'Eau (Agence de l'Eau & Ifremer). L'indice AMBI repose sur les proportions d'abondance que représentent les 5 groupes écologiques correspondant au classement des espèces en fonction de leur sensibilité/tolérance face à un gradient de stress environnemental (par exemple une pollution ou une modification du milieu). L'indice calculé permet de qualifier le milieu de 0 (milieu normal, aucune pollution d'ordre organique) à 7 (milieu azoïque, très forte pollution d'ordre organique).

Calcul de l'AZTI Marine Biotic Index (AMBI) (Borja et al., 2000) :

$$AMBI = \frac{[(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)]}{100}$$

Avec : %GI : abondance relative des espèces sensibles aux perturbations

%GII : abondance relative des espèces indifférentes aux perturbations

%GIII : abondance relative des espèces tolérantes aux perturbations

%GIV : abondance relative des espèces opportunistes de second ordre

%GV : abondance relative des espèces opportunistes de premier ordre

L'AMBI a été soumis à de multiples tests pour vérifier sa validité (Borja et al., 2004) et possède l'avantage d'avoir été comparé à ceux fournis par d'autres analyses univariées (diversité, richesse spécifique) ou multivariées pour prouver sa robustesse et son pouvoir discriminant. D'autre part, il a été validé par une série de tests basés sur des composants chimiques (Borja et al., 2000) en identifiant et caractérisant des gradients spatiaux et temporels.

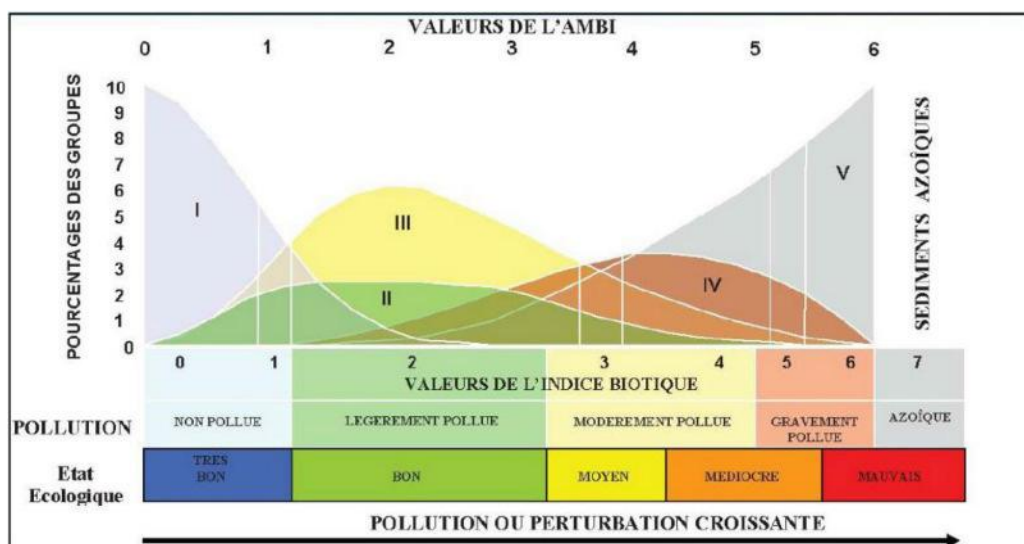


Figure 14 : Base écologique de l'indice AMBI (Borja et al., 2000)

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	$5.5 < \text{AMBI} \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4.3 < \text{AMBI} \leq 5.5$	Gravement pollué
Moyen	$3.3 < \text{AMBI} \leq 4.3$	Modérément pollé
Bon	$1.2 < \text{AMBI} \leq 3.3$	Légèrement pollué, état transitoire
Très bon	$0 < \text{AMBI} \leq 1.2$	Normal

Figure 15 : Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques de la DCE (Borja et al, 2004)

L'indice AMBI permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). En effet, une corrélation avec les Etats Ecologiques définis par la Directive Cadre Eau a été proposée par Borja (2004). L'utilisation de ces indices basés sur les groupes écologiques permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des composantes biotiques du milieu (peuplements benthiques). Ils peuvent s'avérer intéressants dans le cadre d'un suivi bio-sédimentaire. La modification des peuplements peut alors être classifiée en prenant en compte les caractéristiques propres aux espèces considérées (tolérances, etc.).

4 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

4.1 QUALITE DES SEDIMENTS

4.1.1 DESCRIPTION MACROSCOPIQUE DES ECHANTILLONS

Les échantillons ont l'aspect de vases sableuses. SB Sud présente un aspect plus sableux alors que SE Lagune, par son aspect de vase noirâtre réduite, semble principalement constituée de débris organiques en décomposition.



Photo 1 : SB1



Photo 2 : SB2



Photo 3 : SB3



Photo 4 : SB4



Photo 5 : SB5



Photo 6 : SB6



Photo 7 : SB Ref Arcelor



Photo 8 : SB Ref Canal Rhône



Photo 9 : SB Ref Sud



Photo 10 : SE Lagune

4.1.2 GRANULOMÉTRIE

La granulométrie et notamment la proportion de pélites (fraction < 63µm), influence la contamination des sédiments. En effet, les contaminants se fixent préférentiellement sur les particules fines du fait de leur surface spécifique plus importante et de la présence de sites d'adsorption. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, la contamination de sédiments fins sera plus importante que celle de sédiments plus grossiers. La granulométrie est également un indicateur de la dynamique hydro-sédimentaire.

Les teneurs en pélites mesurées en 2024 sont comparables aux valeurs moyennes calculées depuis le début suivi. On a, d'une part la station SB Sud qui présente des sédiments sableux peu envasés (7 % en moyenne et 12% en 2024) et d'autres part, les autres stations dont les sédiments sont des vases sableuses (plus de 76% en moyenne). Entre ces deux groupes de stations, s'intercale SB6 avec un taux moyen de pélites de 66% et une tendance globale à la baisse. Sur les autres stations aucune tendance n'est détectée, les teneurs sont variables d'une année à l'autre, la variabilité de SE Lagune est la plus importante.

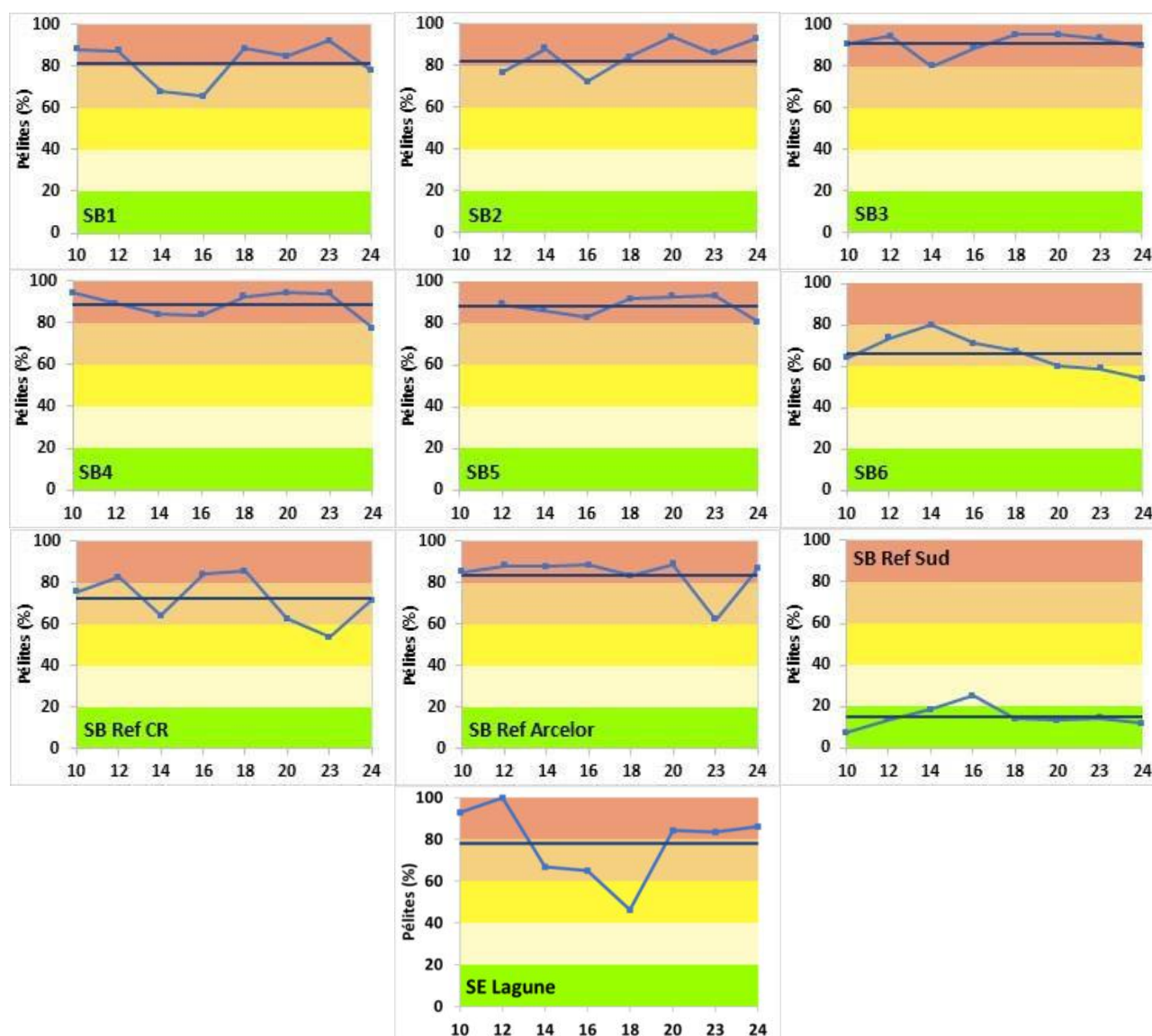


Figure 16 : Evolution du taux de pélites depuis le début du suivi

Les teneurs en pélites des stations ne semblent pas liées à la profondeur, SB Sud est la moins chargée en pélites et se trouve à une profondeur de 5 m qui est comparable à celle des autres stations (5 à 7m) à l'exception de SB3 (11 m), SB5 (12 m) et SE Lagune (2 m). Notons que SB Sud est située à proximité d'un plateau sableux de faible profondeur et exposé au clapot de Mistral ce qui peut expliquer sa granulométrie plus grossière.

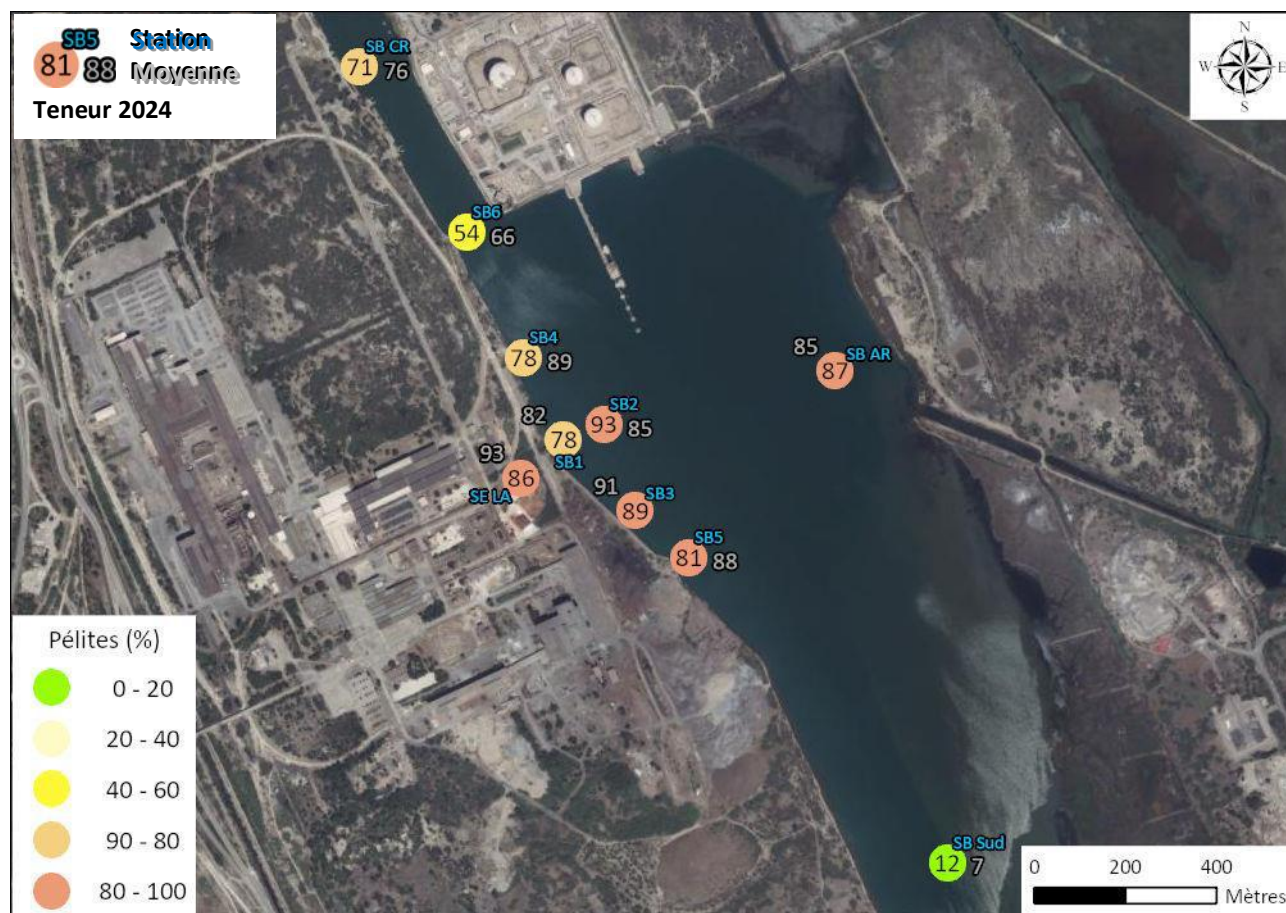


Figure 17 : Localisation des stations, teneurs en pélites mesurées en 2024 et moyennes

On n'observe pas d'accumulation de pélites au droit du rejet et sur les stations périphériques pouvant témoigner d'une influence du rejet sur la teneur en pélites.

4.1.3 ALUMINIUM

Comme depuis le début du suivi, les teneurs en aluminium mesurées en 2024 sont basses. On retrouve à peu près le même classement qu'avec les pélites avec des valeurs basses sur SB Sud, suivie de SB6 puis des autres stations de la darse. Cela indique que la teneur en aluminium pourrait être liée au taux de pélites. SE LA se démarque car malgré son taux de pélites important, elle présente la teneur moyenne en aluminium la plus faible. Les particules fines composant les sédiments prélevés à cette station sont d'origine différente de ceux prélevés dans la darse ce qui peut expliquer cette différence. L'aluminium est associé aux particules argileuses d'origine minérale et terrigène. Il est probable que sur SE LA, les particules soient davantage d'origine biologique. En effet on observe autour de la lagune une végétation dense qui peut être une source abondante de débris végétaux se décomposant dans la lagune.

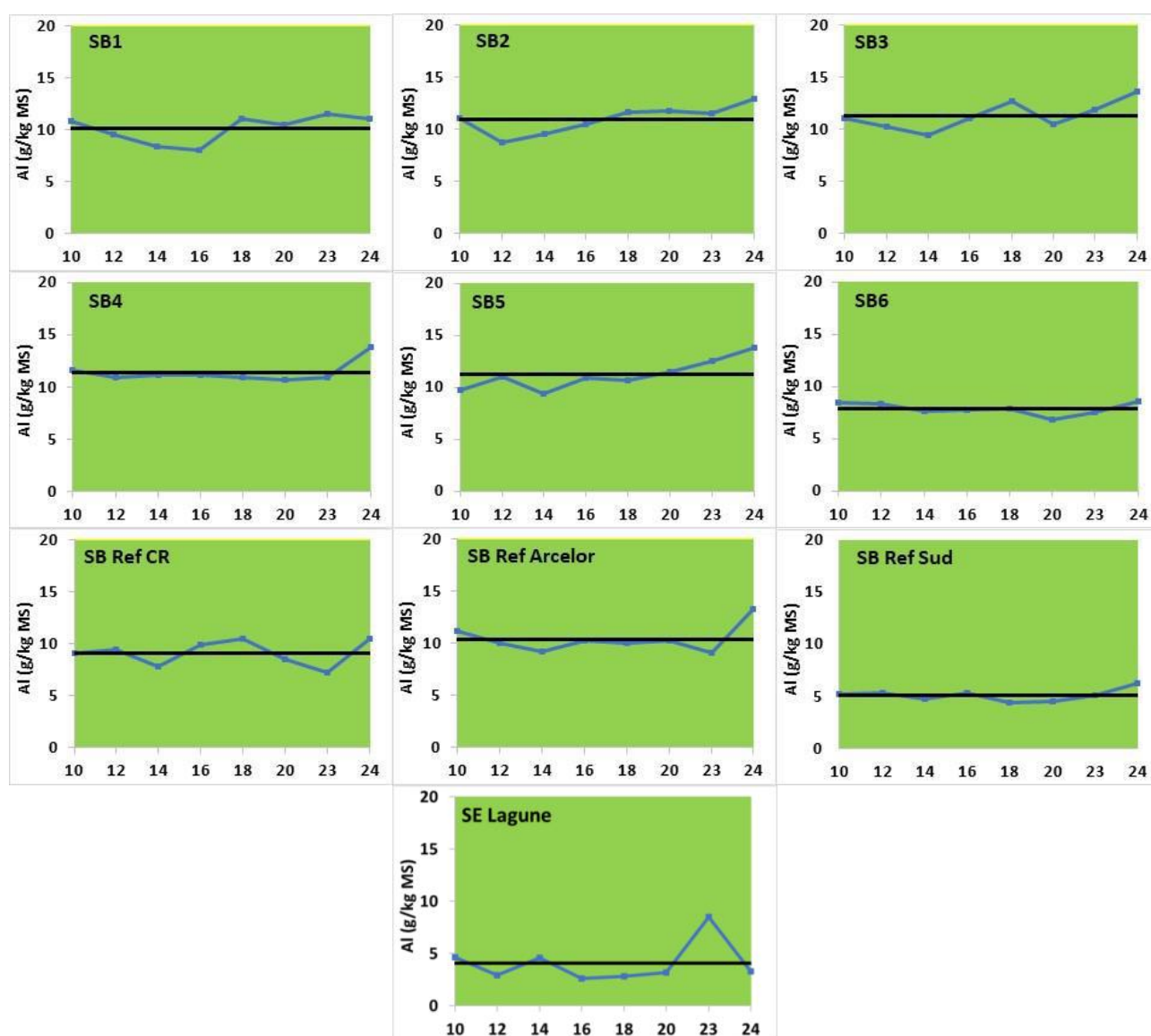


Figure 18 : Evolution de la concentration en aluminium depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs par rapport au rejet (Figure suivante), on n'observe pas de lien entre la teneur en aluminium et la distance au rejet.

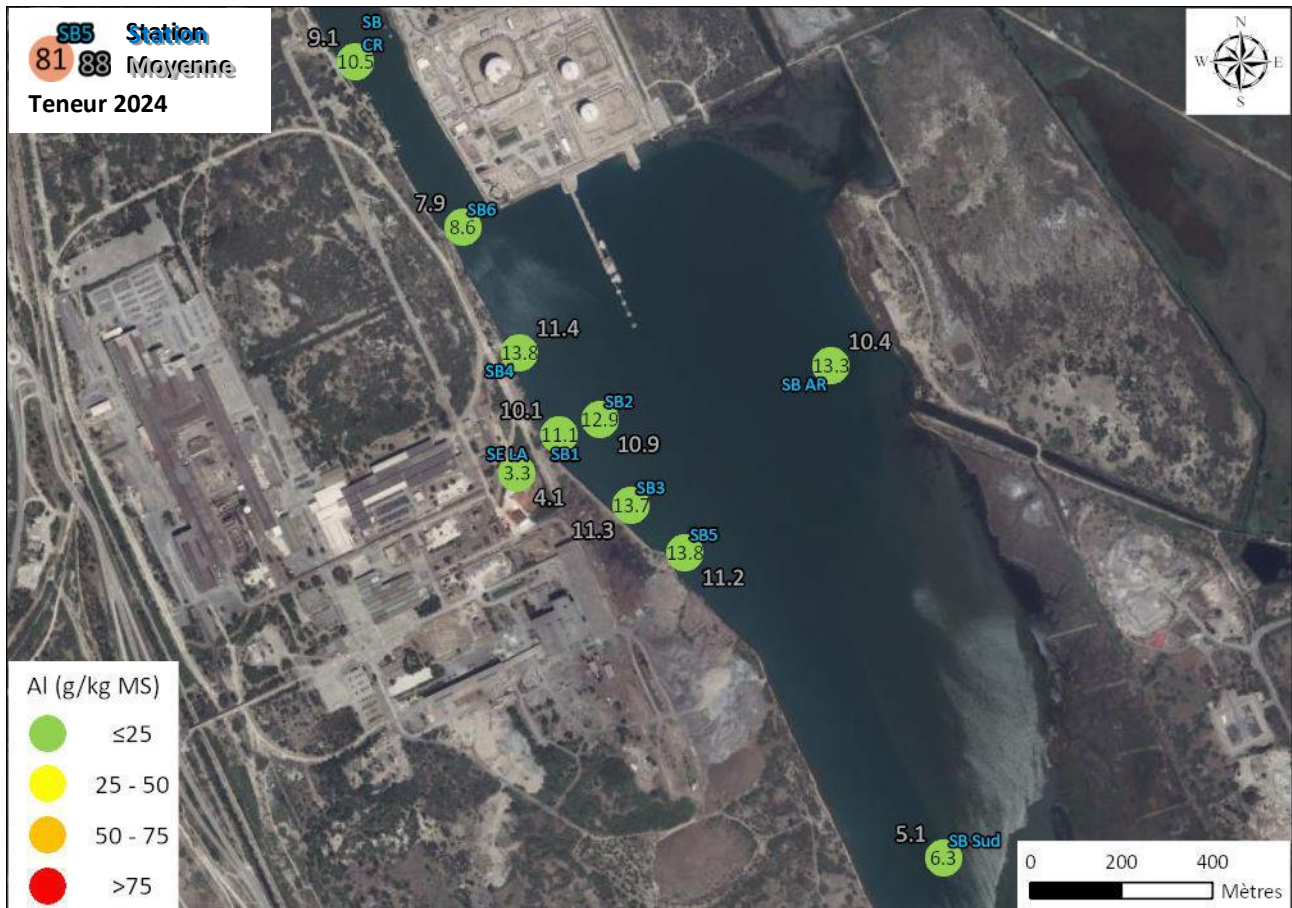


Figure 19 : Localisation des stations, teneurs en aluminium mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en aluminium, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. Les points correspondant à SE LA se détachent nettement du nuage de points ce qui confirme que l'aluminium est en concentration anormalement basse sur cette station. Pour les autres stations, on n'observe pas de valeurs aberrantes ni de station se démarquant des autres.

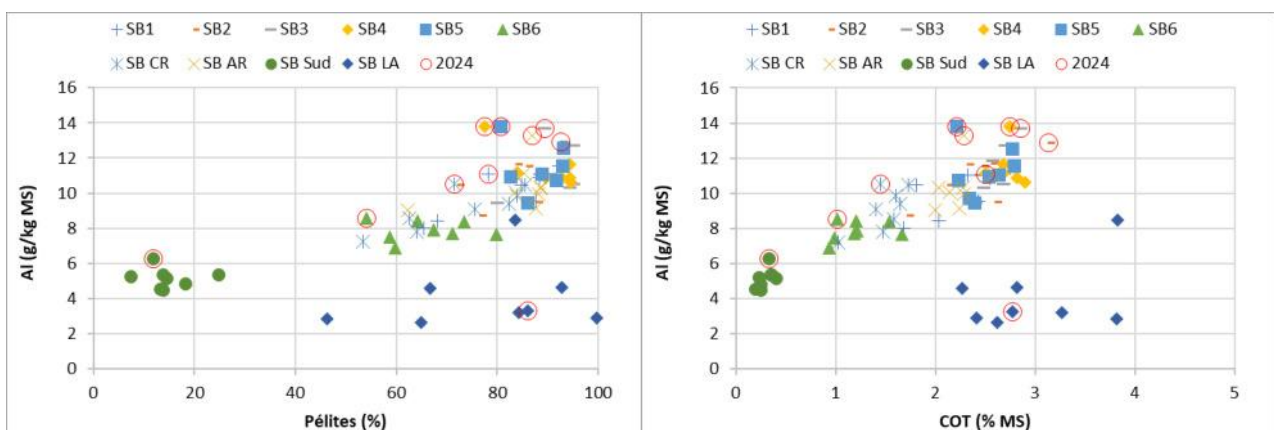


Figure 20 : Aluminium en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)

Notons que les teneurs d'aluminium nous paraissent anormalement faibles par rapport aux données comparatives à notre disposition (analyses de sédiments prélevés également au nord de la darse 1 dans le cadre du suivi des rejets d'Arcelor Mittal, données REPOM, ...). En effet, pour un taux de pélites d'environ 80 %, selon ces données, la concentration en aluminium est de l'ordre de 40 à 50 g/kg MS soit 4 à 5 fois plus que les valeurs mesurées ici. En conséquence nous avons pris le parti de ne pas utiliser l'aluminium pour le calcul des concentrations normalisés des contaminants. Il est probable que cette sous-estimation de concentration en aluminium soit liée à la méthode de minéralisation employée par le laboratoire. On distingue la minéralisation dite totale à l'HF et HCLO₄ qui permet d'extraire la totalité de l'aluminium de la matrice sédimentaire, de la minéralisation à l'eau régale qui donne systématiquement des teneurs moins importantes en aluminium.

Désormais, la minéralisation totale HF n'est plus réalisée par les laboratoires car elle pose des problèmes de sécurité et de gestion des déchets liquides d'analyses.

Les teneurs en aluminium confirment le classement des stations obtenu en fonction des pélites sauf pour SE LA qui semble composée de sédiments ayant une origine distincte des sédiments de la darse, où la part de particules d'origine biologique (débris végétaux) est probablement plus importante que la part de particules minérales.

Par ailleurs, on n'observe pas de différences des teneurs en aluminium au niveau des stations situées devant le rejet pouvant témoigner d'une influence du rejet sur en aluminium et donc en argiles.

4.1.4 COMPOSÉS ORGANIQUES ET NUTRITIFS

4.1.4.1 Matière organique

Les teneurs en Matière Organique (MO) mesurées en 2024 sont globalement basses par rapport aux valeurs obtenues depuis le début suivi, même si dans l'absolu, certaines stations présentent des teneurs considérées comme importantes à modérément fortes. On retrouve comme pour les pélites les valeurs les plus faibles sur SB Sud puis SB6. Cela indique que la teneur en matière organique pourrait être influencée par le taux de pélites.

Sur chaque station les valeurs sont variables au cours du suivi, une tendance à la baisse est détectée sur SB1 et SB5 uniquement.

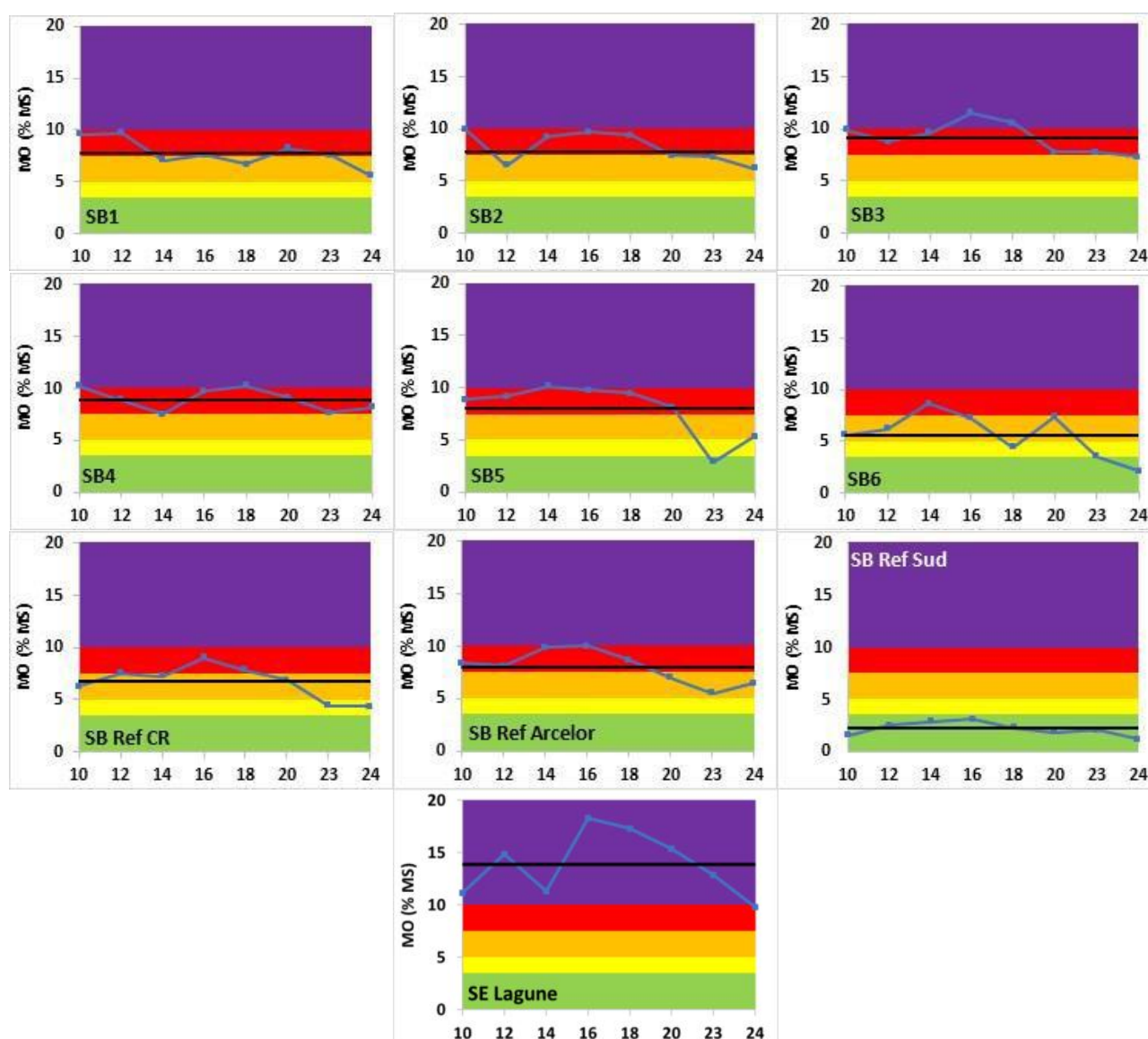


Figure 21 : Evolution du taux de Matière Organique depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs par rapport au rejet (Figure suivante), on note que les stations les plus proches du rejet (SB1 et SB2) ne sont pas celles qui présentent les plus fortes teneurs. La concentration la plus forte est mesurée systématiquement sur la station SE Lagune, ce qui est un résultat attendu puisque cette lagune sert à décanter les particules charriées par les eaux douces de l'installation avant leur rejet dans la darse. En deuxième position on trouve SB4, qui est située à l'amont du rejet par rapport au courant dominant.

La réalisation de tests statistiques (Kruskal-Wallis et Dunn) montre des différences significatives avec SB sud et SE LA qui diffèrent de la plupart des autres stations.

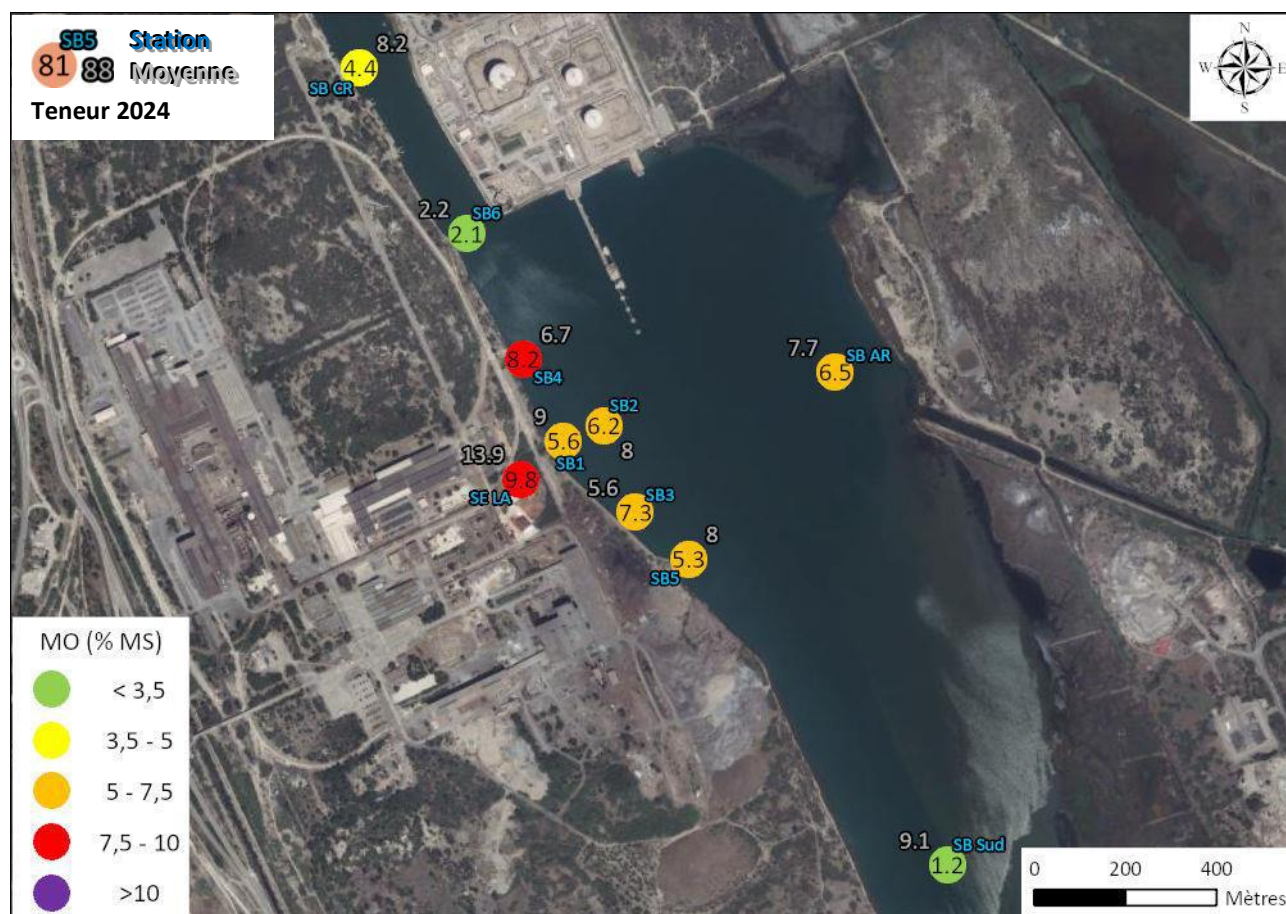


Figure 22 : Localisation des stations, teneurs en MO mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en MO, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression avec les pélites explique davantage de variabilité ($R^2=0,72$) que celle avec les COT ($R^2=0,71$) et la régression multiple prenant en compte ces deux paramètres ($R^2=0,70$).

SE Lagune se distingue par ces valeurs anormalement hautes qui ne sont pas liées aux taux de pélites et de COT. Pour les autres stations, la concentration en MO est nettement liée aux concentrations en cofacteur. Ainsi, sur ces stations les différences de teneurs en MO semblent davantage liées aux caractéristiques de la matrice sédimentaire qu'à une contamination différentielle. On note, que les données de 2024 se situent dans la partie basse des nuages de points.

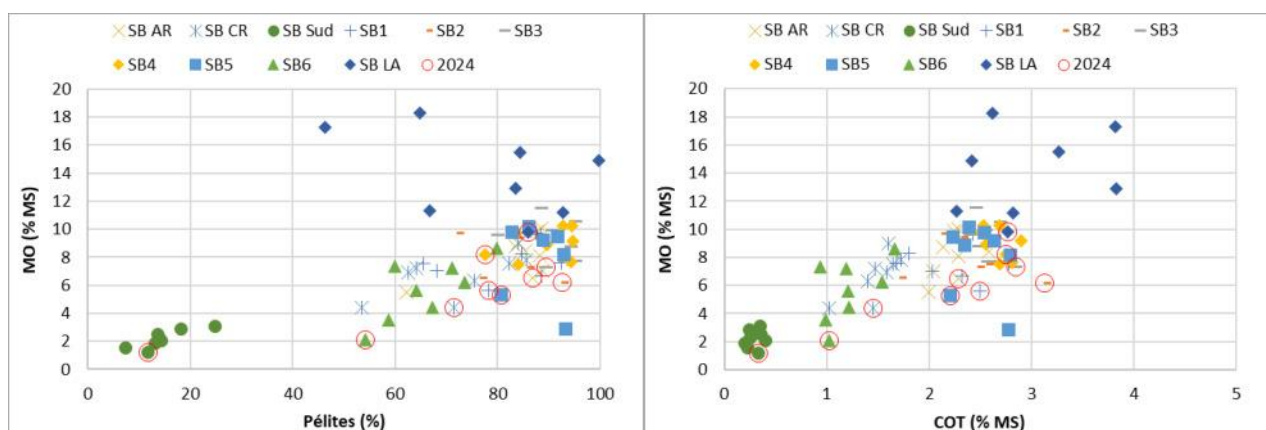


Figure 23 : MO en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)

Nous avons calculé les concentrations normalisées en prenant en compte les pélites. Les valeurs moyennes de concentrations normalisées des stations de la darse sont comparables mais SE Lagune se distingue par une teneur moyenne plus importante (Tests de Welch puis de Games-Howell). Des tendances à la baisse sont détectées sur SB1, SB5 et SB Sud.

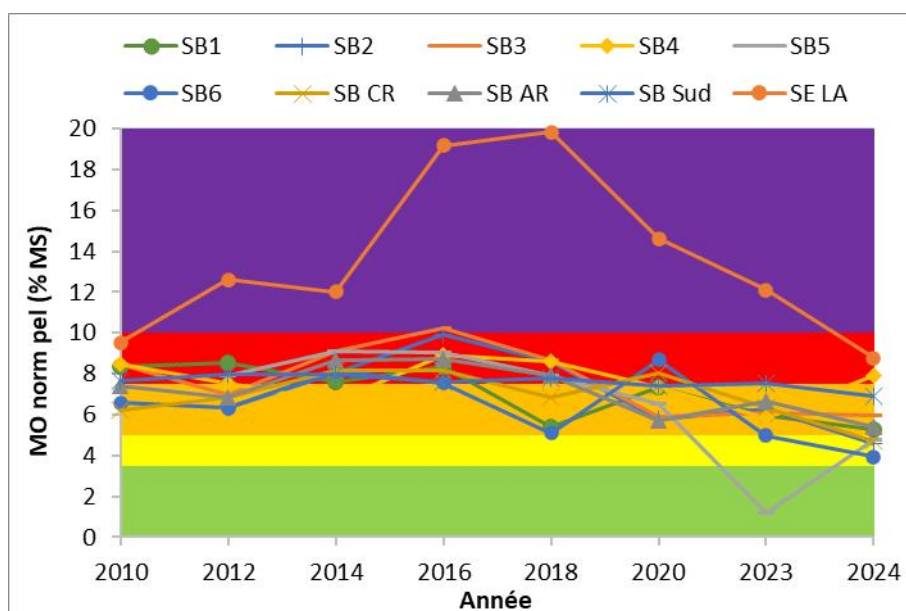


Figure 24 : Concentrations normalisées en MO par les pélites et le COT

Les teneurs en MO sont globalement faibles sur SB Ref Sud et SB Ref CR, modérées à moyennement fortes sur les autres stations et fortes à très fortes sur SE Lagune. La concentration en MO est grandement influencée par la teneur en pélites et COT. Sur SE Lagune (station située sur le site industriel avant le rejet) les fortes teneurs sont anormalement hautes par rapport au taux de pélites, mais aucune anomalie n'est observée sur les stations situées au droit du rejet.

4.1.4.2 Carbone organique total

Les teneurs en Carbone Organique Total (COT) mesurées en 2024 sont faibles (SB Sud) à moyennement fortes (SB1 à 4 et SE Lagune) et sont comparables à celles des campagnes précédentes. On retrouve comme pour les pélites et la MO les valeurs les plus faibles sur SB Sud puis SB6 et SB CR. Cela indique que la teneur en matière organique pourrait être influencée par le taux de pélites.

Sur chaque station, on note une variabilité plus ou moins importante des concentrations au cours du suivi, aucune tendance n'est détectée, les valeurs oscillent autour d'une teneur moyenne.

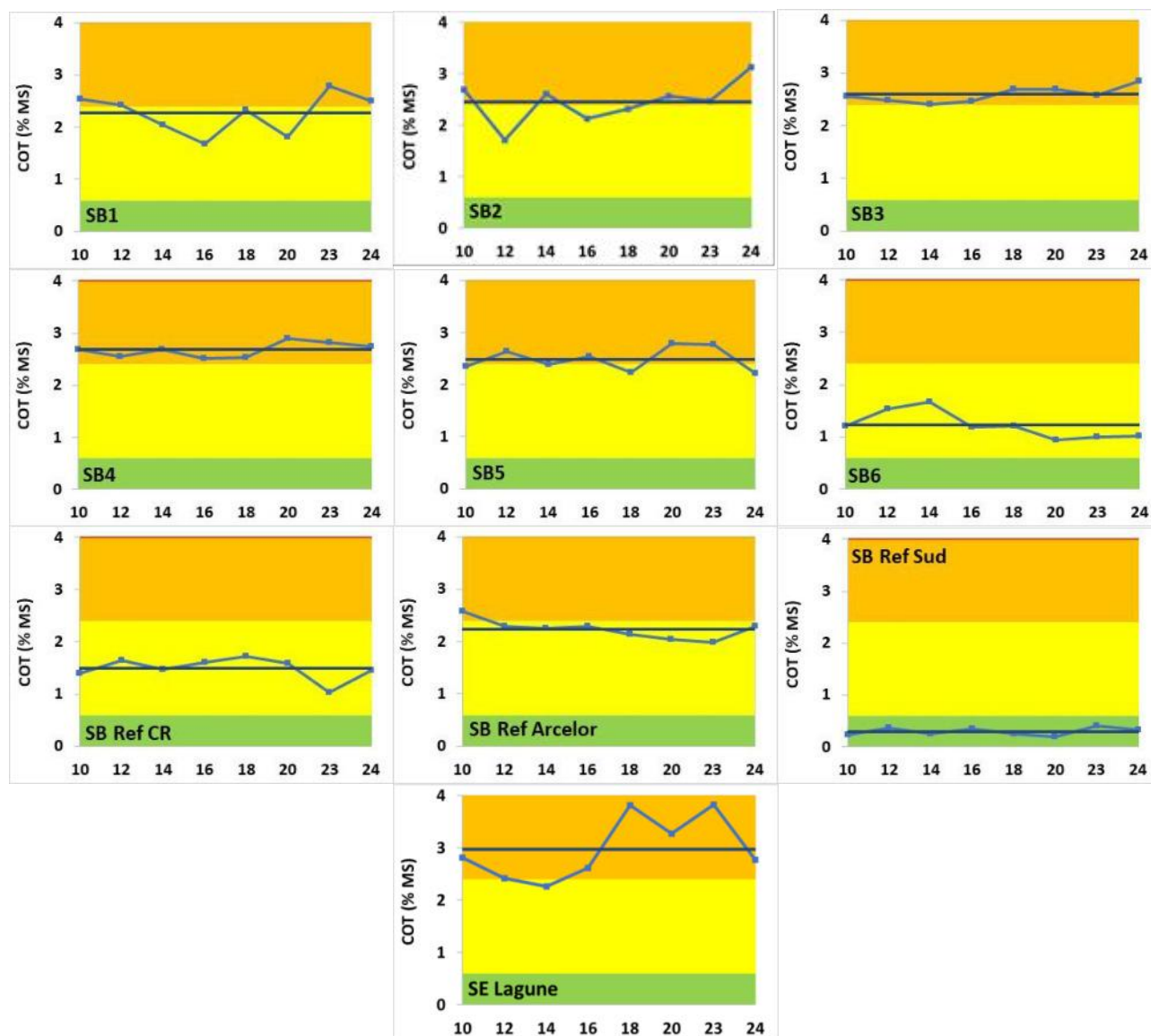


Figure 25 : Evolution de la concentration en Carbone Organique Total depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en COT par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) ne présente pas la teneur la plus importante en 2024 et en moyenne. La concentration la plus forte est mesurée régulièrement sur SE LA, ce qui est un résultat attendu puisque cette lagune sert à décanter les particules charriées par les eaux douces de l'installation avant leur rejet dans la darse. En deuxième position, on trouve en moyenne les stations SB3, 4 et 5 qui présentent des teneurs moyennes non significativement

différentes de SE LA (Test de Welch et de Games-Howell). Puis viennent les stations SB1, 2 et SB AR, les stations situées dans le canal de d'Arles à Fos (SB6 et SB CR) et SB Sud.

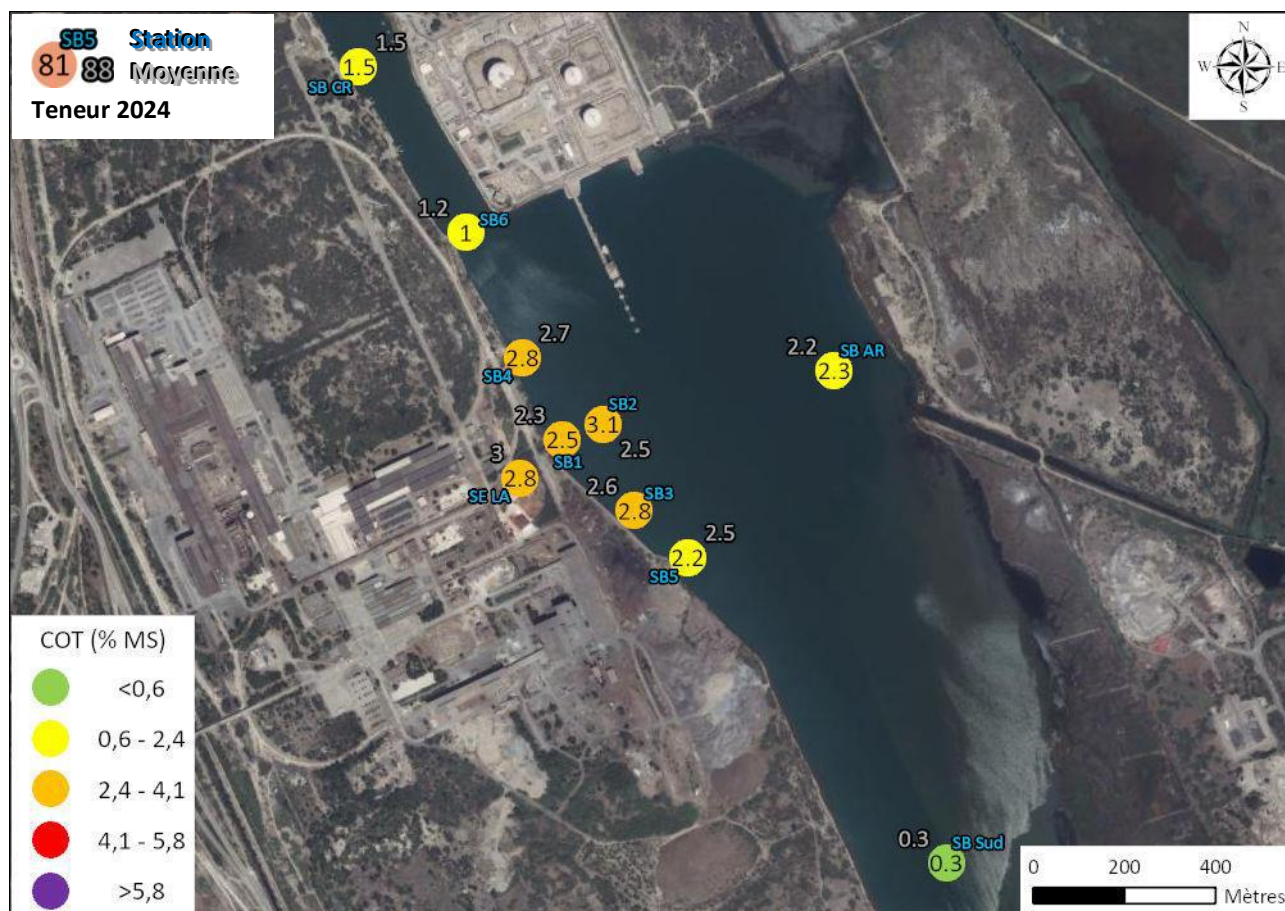


Figure 26 : Localisation des stations, teneurs en COT mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en COT, les pélites et le COT, on observe une corrélation. SE LA se distingue par ces valeurs anormalement hautes qui ne sont pas liées au taux de pélites. Pour les autres stations, la concentration en COT est nettement liée aux pélites. Ainsi, sur ces stations, les différences de teneurs en COT semblent davantage liées aux caractéristiques de la matrice sédimentaire qu'à une contamination différentielle. On note, que les données de 2024 n'ont rien d'aberrant.

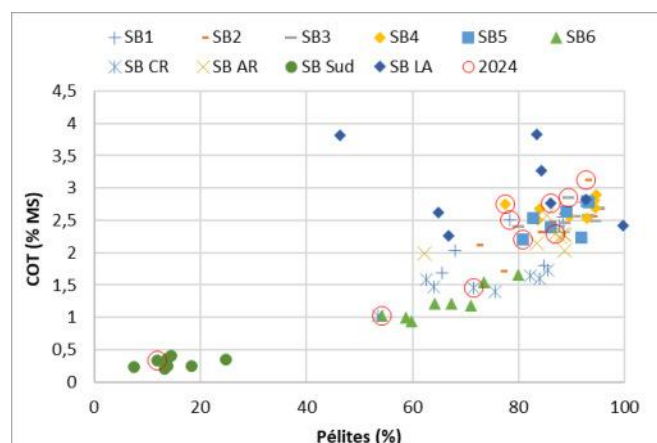


Figure 27 : COT en fonction des pélites

Nous avons calculé les concentrations normalisées en prenant en compte les pélites. Les valeurs moyennes de concentrations normalisées des stations de la darse sont comparables mais SE Lagune se distingue par une teneur moyenne plus importante que celle de toutes les autres stations (Tests de Welch puis de Games-Howell). On note que les stations situées dans le canal d'Arles à Fos (SB6 et SB CR), ont des concentrations normalisées basses par rapport aux autres stations mais la différence n'est pas systématiquement significative. SB1, station située la plus proche du rejet, ne présente pas de signe d'une contamination anormale. Enfin, aucune tendance dévolution des concentrations n'est détectée.

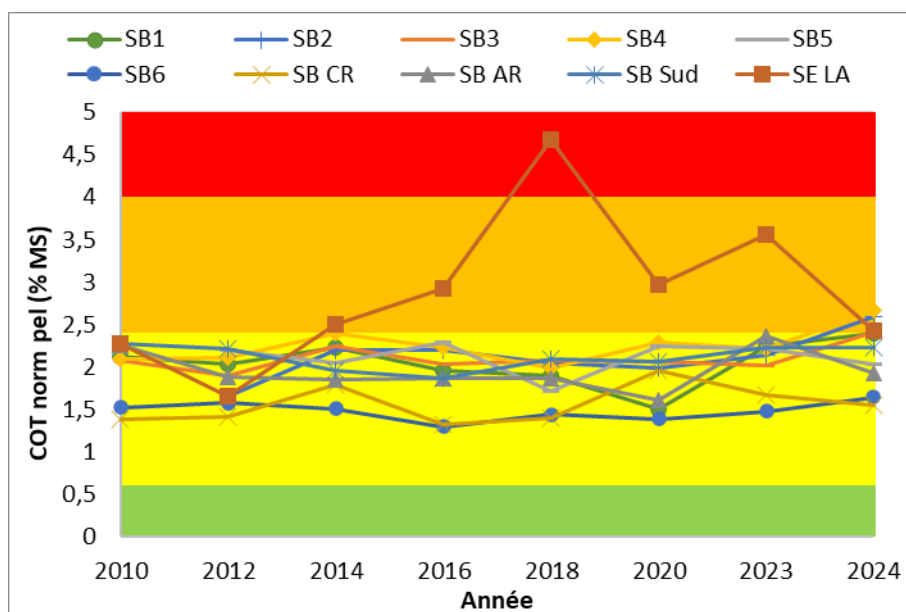


Figure 28 : Concentrations normalisées en COT par les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en COT sont faibles sur SB Sud, modérées sur les stations situées dans le canal d'Arles à Fos (SB6 et SB CR) et moyennement fortes sur les autres stations avec des teneurs maximales sur SE Lagune. La concentration en MO est grandement influencée par la teneur en pélites. Sur SE Lagune (station située sur le site industriel avant le rejet) les fortes teneurs sont anormalement hautes par rapport au taux de pélites, mais aucune anomalie n'est observée sur les stations situées au droit du rejet. Enfin, il n'y a pas de tendance observée sur une des stations.

4.1.4.3 Azote Kjeldahl

Les teneurs en Azote Kjeldahl mesurées en 2024 sur SB Sud sont une nouvelles fois faibles et non quantifiables (<0,5 g/lg MS) ce qui est systématique depuis le début du suivi. Puis vient SB6 qui présente une teneur régulièrement modérée et enfin les autres stations dont les teneurs moyennes sont moyennement fortes. SE Lagune se distingue une nouvelle fois par la présence de pics de très forte concentration.

Sur chaque station, on note une variabilité plus ou moins importante des concentrations selon les campagnes, les valeurs oscillent autour d'une valeur moyenne sans qu'une tendance ne soit détectée. On détecte toutefois, une tendance globale à la hausse sur SB3.

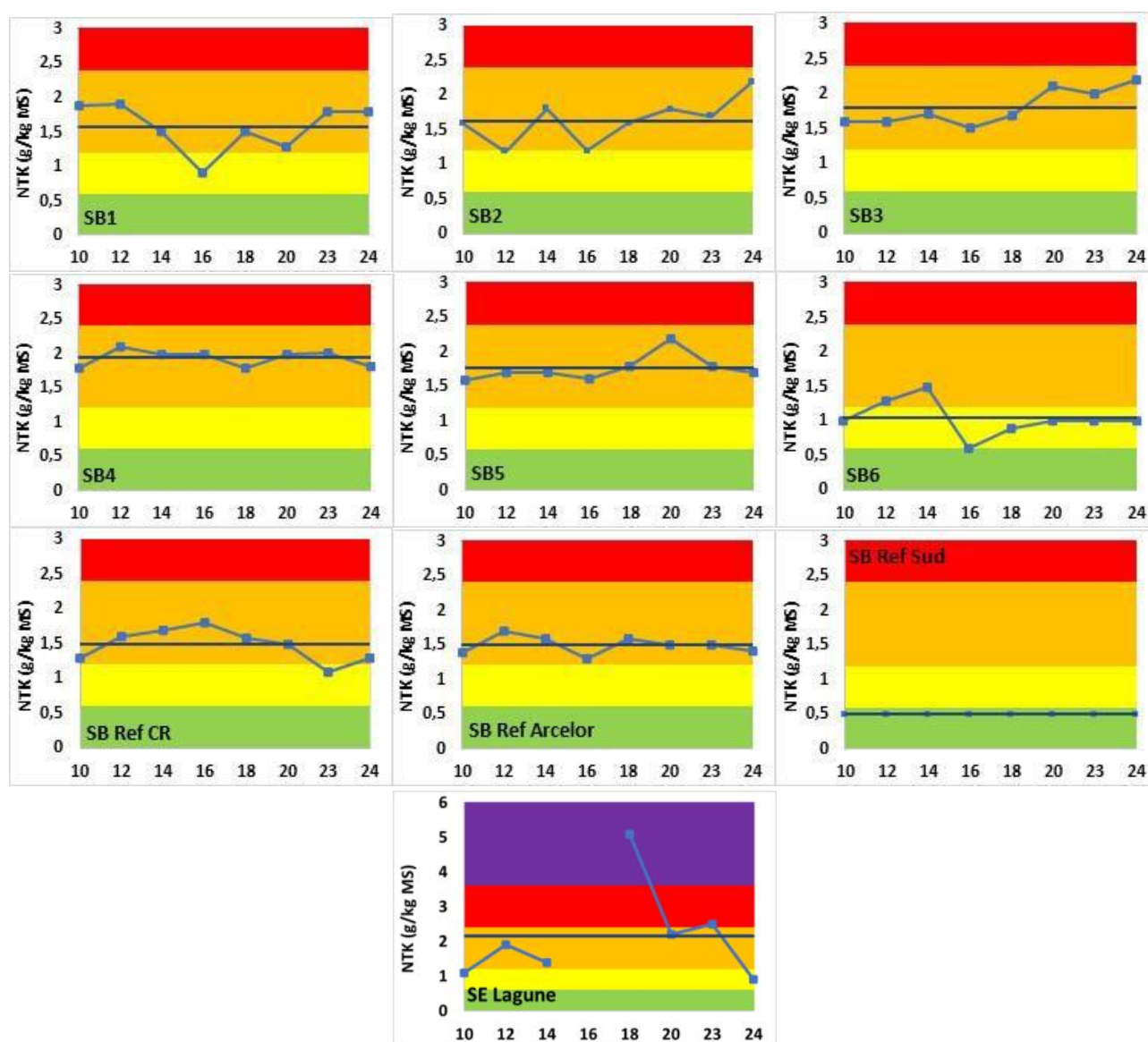


Figure 29 : Evolution de la concentration en Azote Total Kjeldahl (NTK) depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en azote Kjeldahl par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) ne présente pas la teneur la plus importante en 2024 et en moyenne. La concentration la plus forte est mesurée régulièrement sur SE LA. Toutefois la concentration moyenne de cette station n'est pas significativement

supérieure à celles des autres à l'exception de SB6 (Tests de Kruskal-Wallis et de Dunn). La teneur moyenne de SB6 et Sud est significativement inférieure à celles des autres stations de la darse.

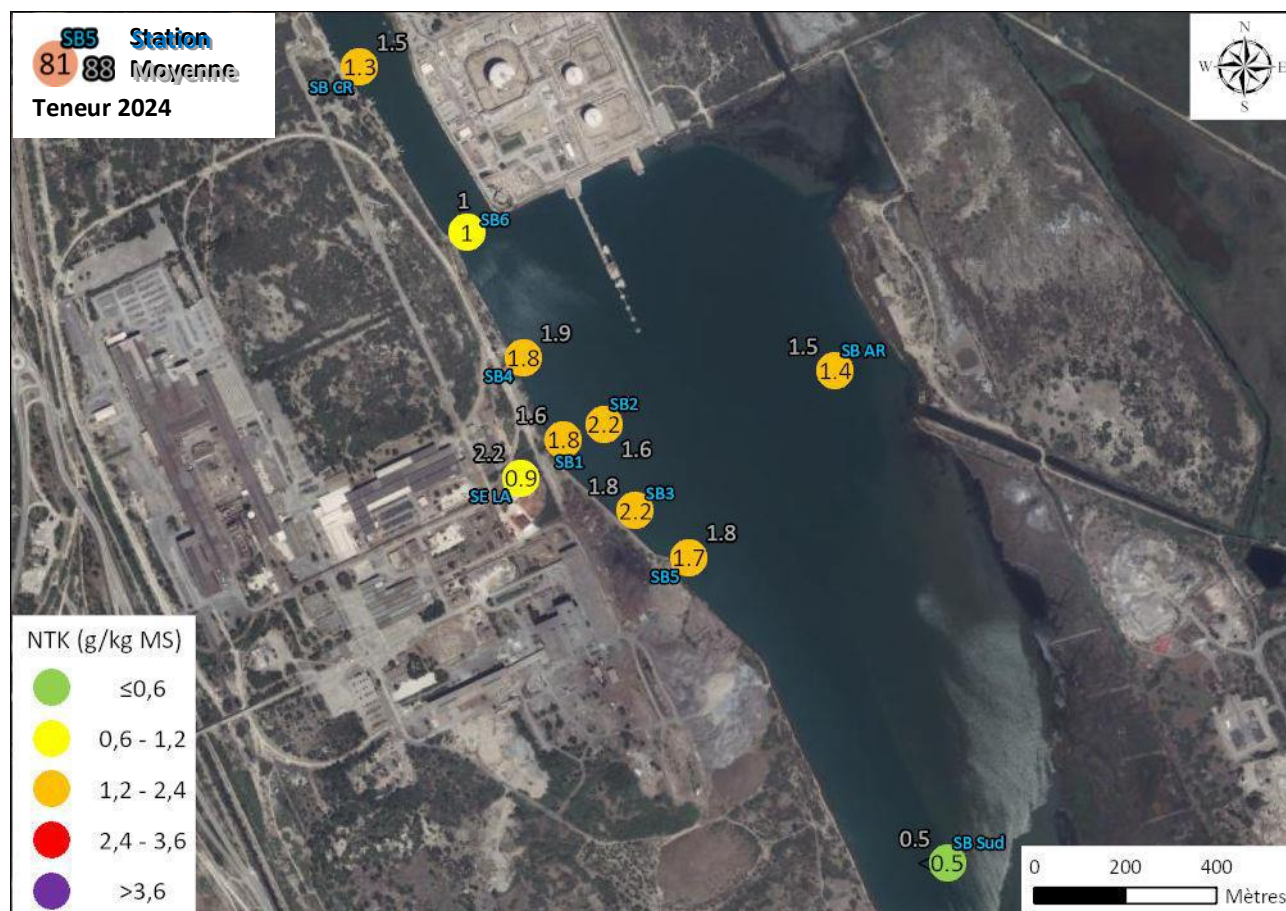


Figure 30 : Localisation des stations, teneurs en NTK mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en Azote Kjeldahl, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. Le COT explique davantage de variabilité que les pélites ($R^2=0,72$ pour le COT et de 0,51 pour les pélites). SE LA se distingue par un pic mesuré en 2018. Mis à part ce pic, les différences de teneurs en azote Kjeldahl sont davantage liées aux caractéristiques de la matrice sédimentaire qu'à une contamination différentielle. On note, que les données de 2024 n'ont rien d'aberrant.

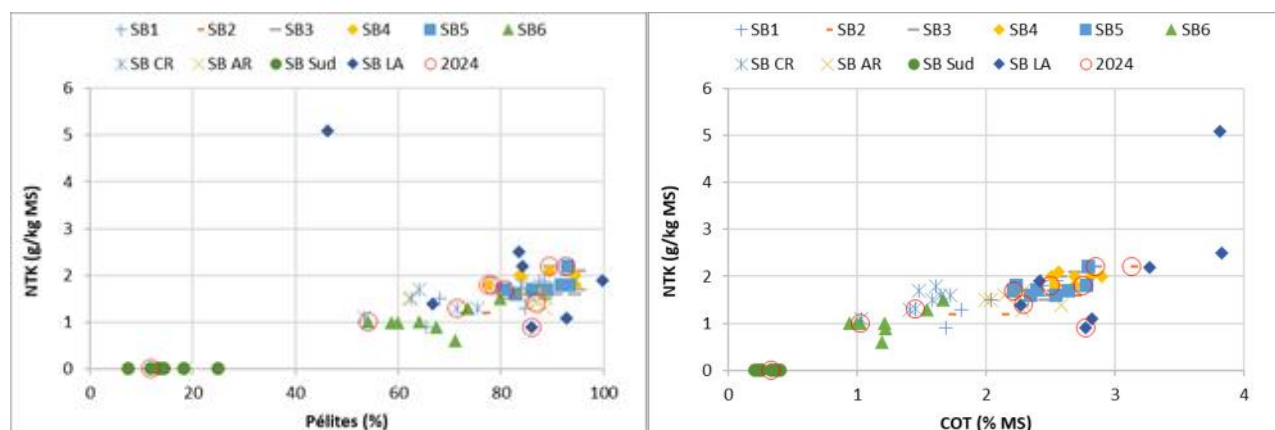


Figure 31 : Azote Kjeldahl en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)

Pour le calcul des concentrations normalisées nous avons pris en compte le COT comme cofacteur car il explique davantage la variabilité des concentrations en NTK que les pélites. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations sont proches, mais des différences significatives existent entre certaines stations, avec SB CR qui diffère de SB AR, SB Sud et SB2 (tests de Welch et de Games-Howell). Notons qu'il n'a pas été possible de calculer la teneur normalisée sur SB Sud puisque les concentrations sont systématiquement non quantifiables. Si on fait le calcul en considérant que la concentration est égale à la limite de quantification (0,5 g/kg MS), on obtient une concentration normalisée de moins de 2 g/kg MS ce qui est dans l'ordre de grandeur des teneurs normalisées des autres stations.

Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une tendance à l'augmentation est détectée sur SB3.

Enfin SB1, station située la plus proche du rejet, ne présente pas de signe d'une contamination anormale.

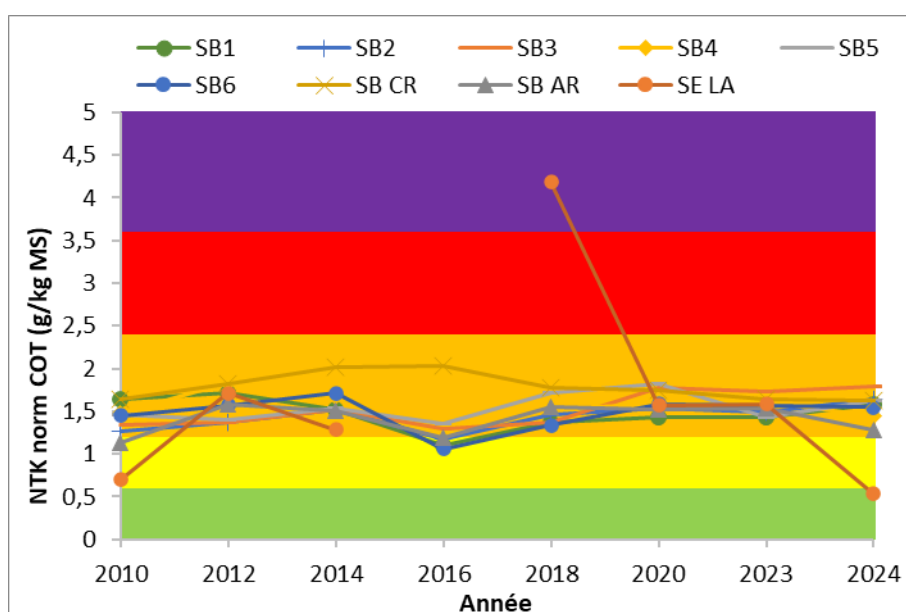


Figure 32 : Concentrations normalisées en azote Kjeldahl par le COT

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en Azote Total Kjeldahl sont faibles sur SB Sud, modérées sur SB6, moyennement fortes sur les autres stations avec un pic sur SE LA en 2018. La concentration en NKJ est bien corrélée avec les teneurs en COT et moins avec les pélites. Les teneurs normalisées par le COT proches, mais le pic de 2018 sur SE LA témoigne d'une teneur anormalement haute compte tenu du niveau de COT. On n'observe pas de contamination anormale sur SB1 située au plus proche du rejet ni de tendance particulière si ce n'est sur SB3 dont les concentrations brutes et normalisées sont à la hausse depuis le début du suivi mais restent à un niveau comparable aux autres stations.

4.1.4.4 Phosphore

Les teneurs en Phosphore total mesurées en 2024 sont faibles (SB Sud) à modérées sur toutes les autres stations sauf SE LA qui présente une concentration forte, de plus de 10 fois supérieure à celle de SB Sud. On n'observe pas de valeurs aberrantes cette année par rapport aux autres campagnes de suivi.

On retrouve à peu près le même classement des stations que pour les autres paramètres liés à la matière organique et les nutriments.

Mis à part sur SB5 qui connaît une légère hausse depuis le début du suivi, aucune tendance n'est détectée, les valeurs oscillent autour d'une teneur moyenne.

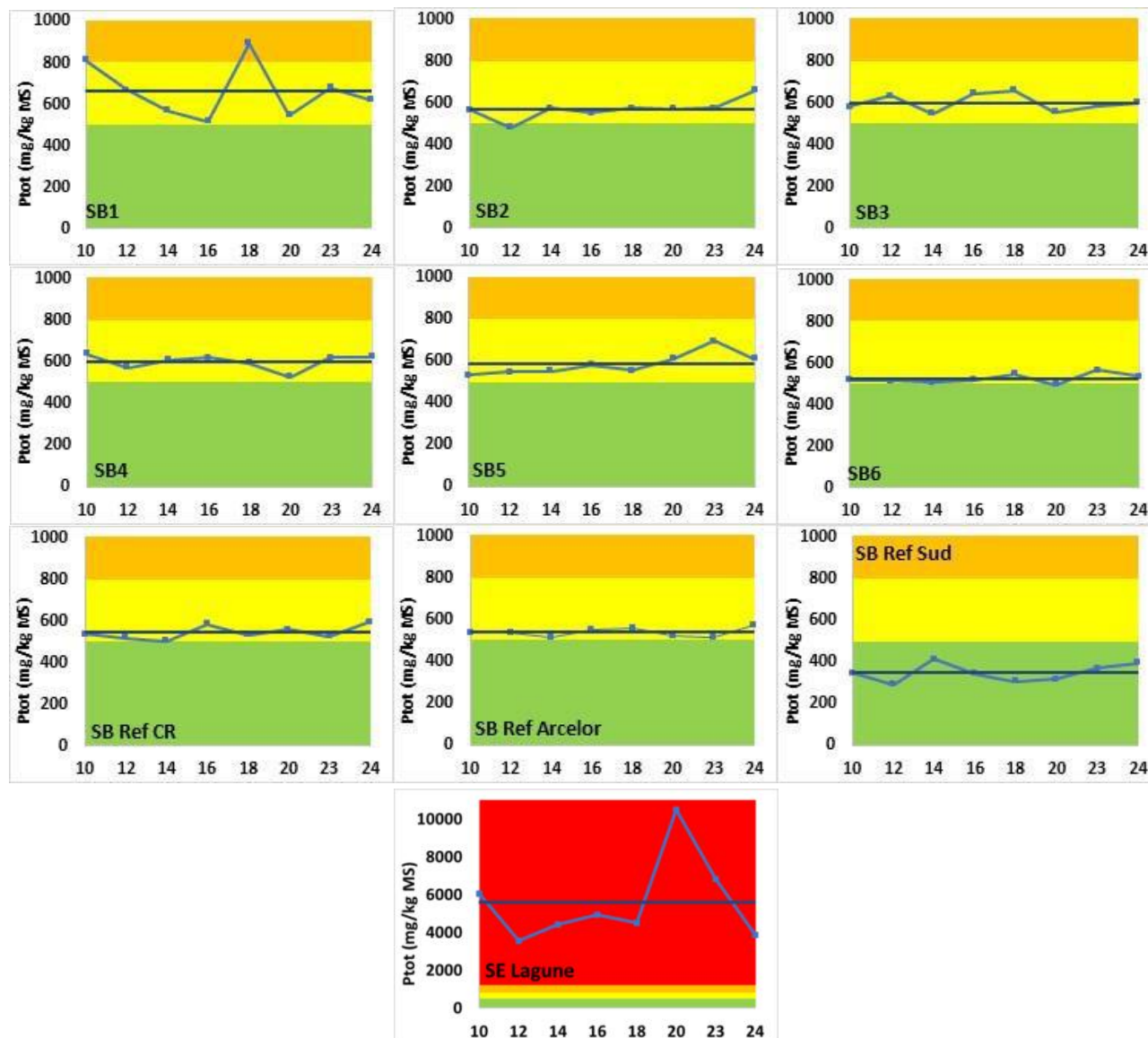


Figure 33 : Evolution de la concentration en Phosphore total depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en phosphore total par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) ne présente pas la teneur la plus importante en 2024, ce qui n'est pas le cas si on considère la teneur moyenne (si on écarte SE LA). On note la présence de pics à un niveau moyennement fort sur SB1 en 2010 et 2018 (Figure précédente) qui expliquent cette moyenne plus importante.

La concentration la plus forte est systématiquement mesurée sur SE LA qui présente une concentration moyenne significativement supérieure à celles des autres stations (Tests de Welch et de Games-Howell). A l'inverse, c'est SB Sud qui présente des teneurs significativement plus faibles que sur les autres stations.

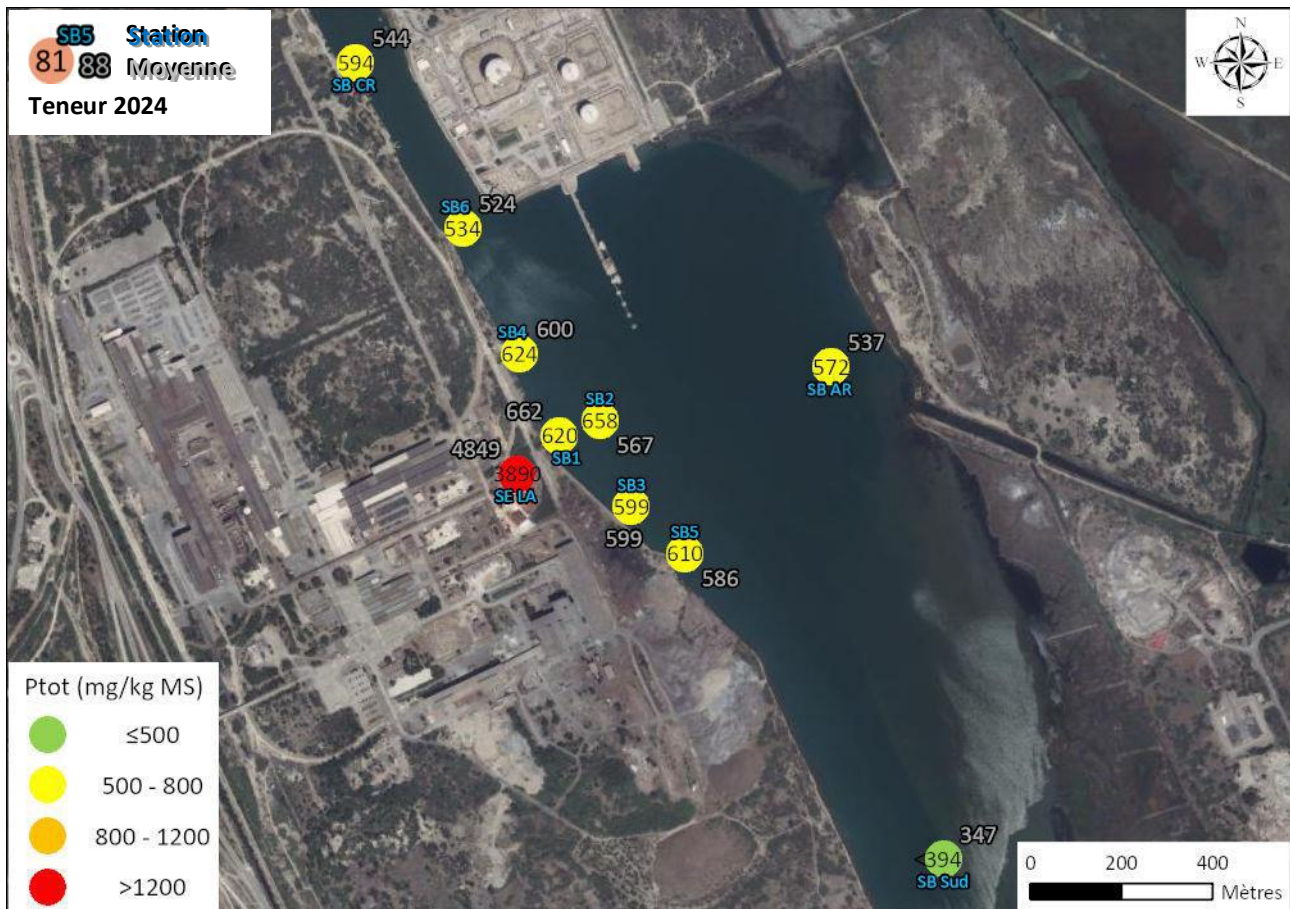


Figure 34 : Localisation des stations, teneurs en Phosphore total mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en Phosphore, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. Les pélites expliquent davantage de variabilité que le COT ($R^2=0,74$ pour le COT et de 0,55 pour les pélites). SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination Ptot anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT.

On distingue également, mais dans une moindre mesure, les pics de 2018 et 2018 sur SB1. Les données de 2024 n'ont rien d'aberrant.

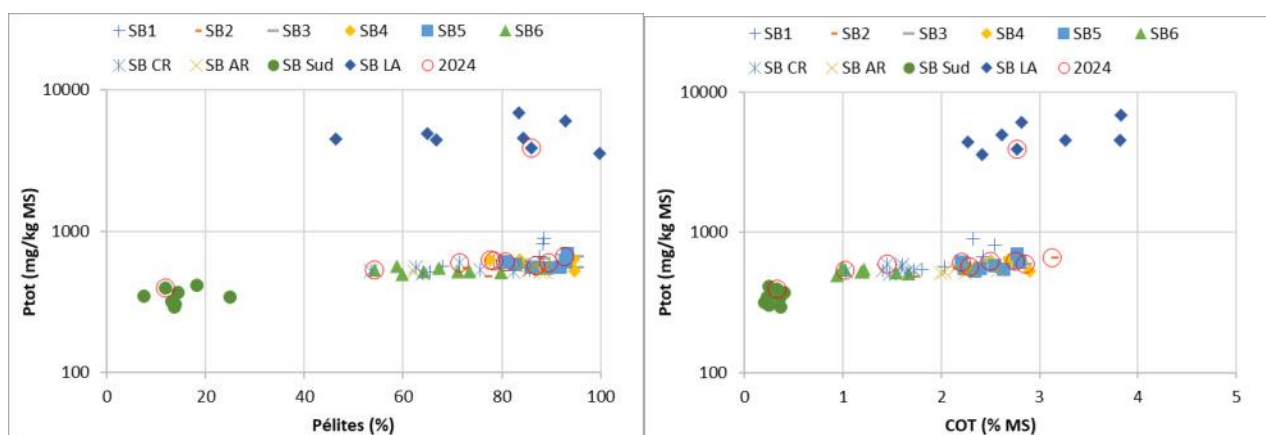


Figure 35 : Azote Kjeldahl en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axe Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentration normalisées nous avons pris en compte les pélites comme cofacteur car elles expliquent davantage la variabilité des concentrations en Ptot que le COT. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations de la darse ne sont pas significativement différentes (tests de Welch puis de Games-Howell) et sans surprise celle de SE LA est significativement plus importante. Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une légère tendance à l'augmentation est détectée sur SB CR, SB5 et SB6.

Enfin SB1, station située la plus proche du rejet, ne présente pas de signe flagrant d'une contamination anormale sauf peut-être en 2010 et 2018 où deux pics à un niveau moyennement fort ont été observés.

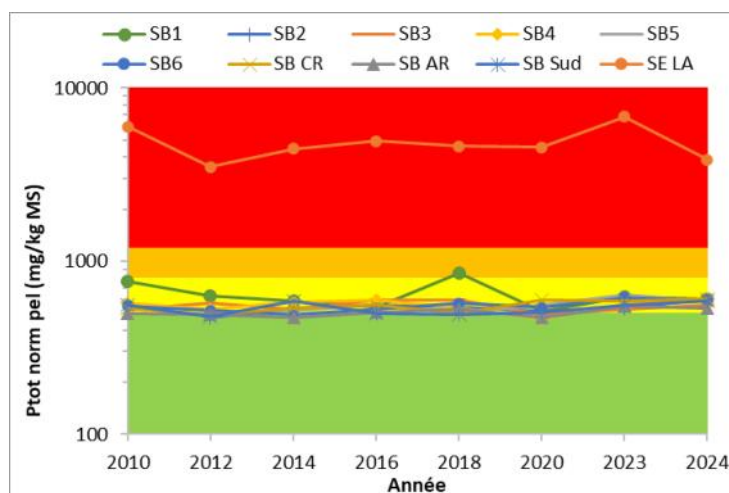


Figure 36 : Concentrations normalisées en Ptot par les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en Phosphore total sont faibles sur SB Sud, modérées sur les autres stations de la darse et forte sur SE LA qui est situé sur le site industriel en amont du rejet. Les teneurs moyennes normalisées par les pélites sont comparables sur toutes les stations de la darse mais des pics moyennement forts sont observées sur SB1, station la plus proche du rejet, en 2010 et 2018. de 2018. SE LA présente des teneurs normalisées nettement plus importantes que les stations de la darse. On n'observe pas de tendance particulière sur les stations situées les plus proches du rejet.

4.1.4.5 Nitrate et nitrite

Ces paramètres sont mesurés depuis 2012 mais nous ne disposons que des valeurs de 2023 et 2024. Les nitrites sont systématiquement en concentration inférieure à la limite de quantification (20 mg/kg MS). Les nitrates ne sont pas quantifiables sur une majorité des stations et lorsqu'ils sont quantifiés, ils ne présentent pas une teneur importante.

Tableau 7 : Concentration en nitrate (mg/kg MS)

Année	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB CR	SB AR	AB Sud	SE LA
2023	<20	<20,1	<20,6	<21,8	<21,2	<20	<20	28,5	22,8	<76,3
2024	36,7	<20	<20	54	<20	<20	<20	<20	<20	<62,7

4.1.5 METAUX

4.1.5.1 Cadmium

Les teneurs en cadmium mesurées en 2024 sont une nouvelle fois non quantifiées sur SB Sud ce qui est systématique depuis le début du suivi. De ce fait nous n'avons pas réalisé de graphique pour cette station. Les concentrations sont également non quantifiées (<0,4 mg/kg MS) sur toutes les stations sauf SE LA qui présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement. SB1 vient en seconde position mais reste en moyenne à un niveau modéré et nettement plus bas qu'en 2010.

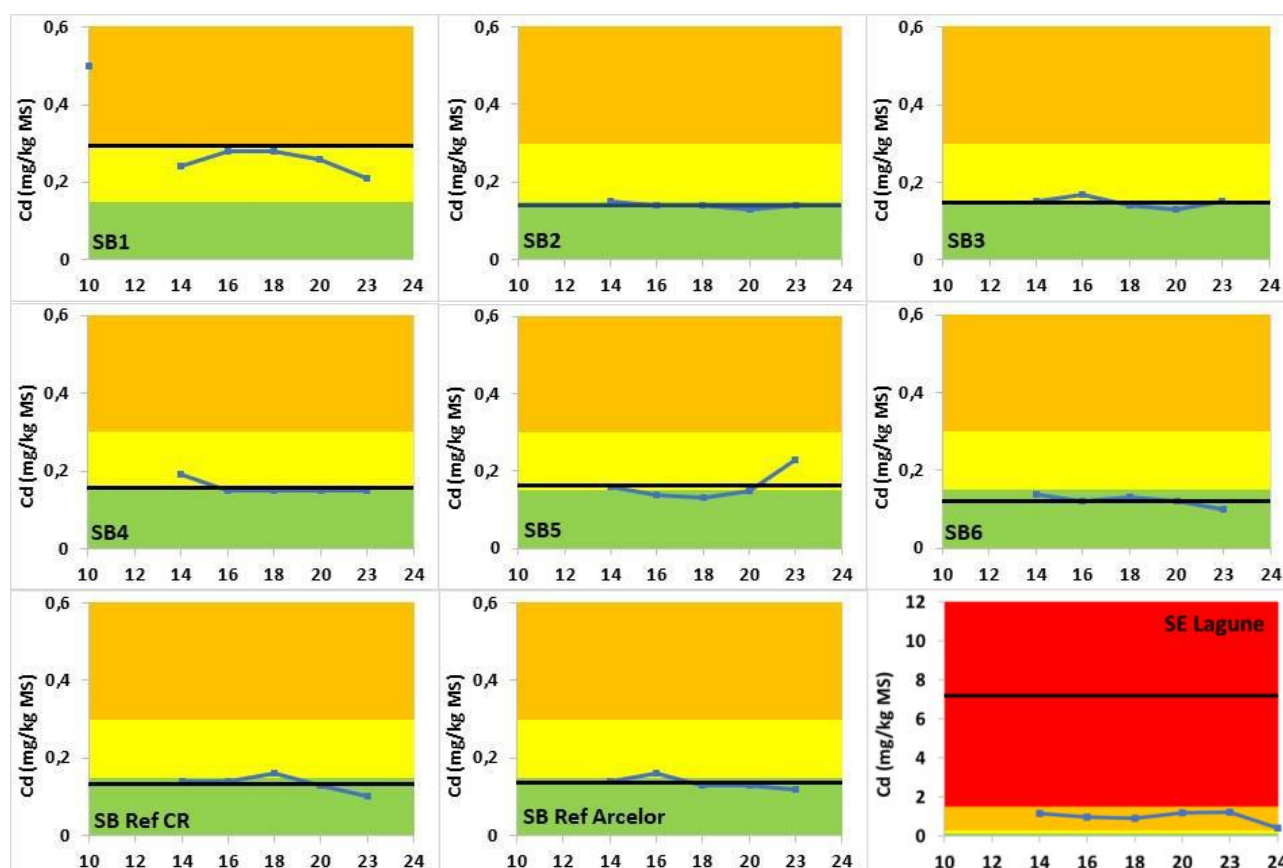
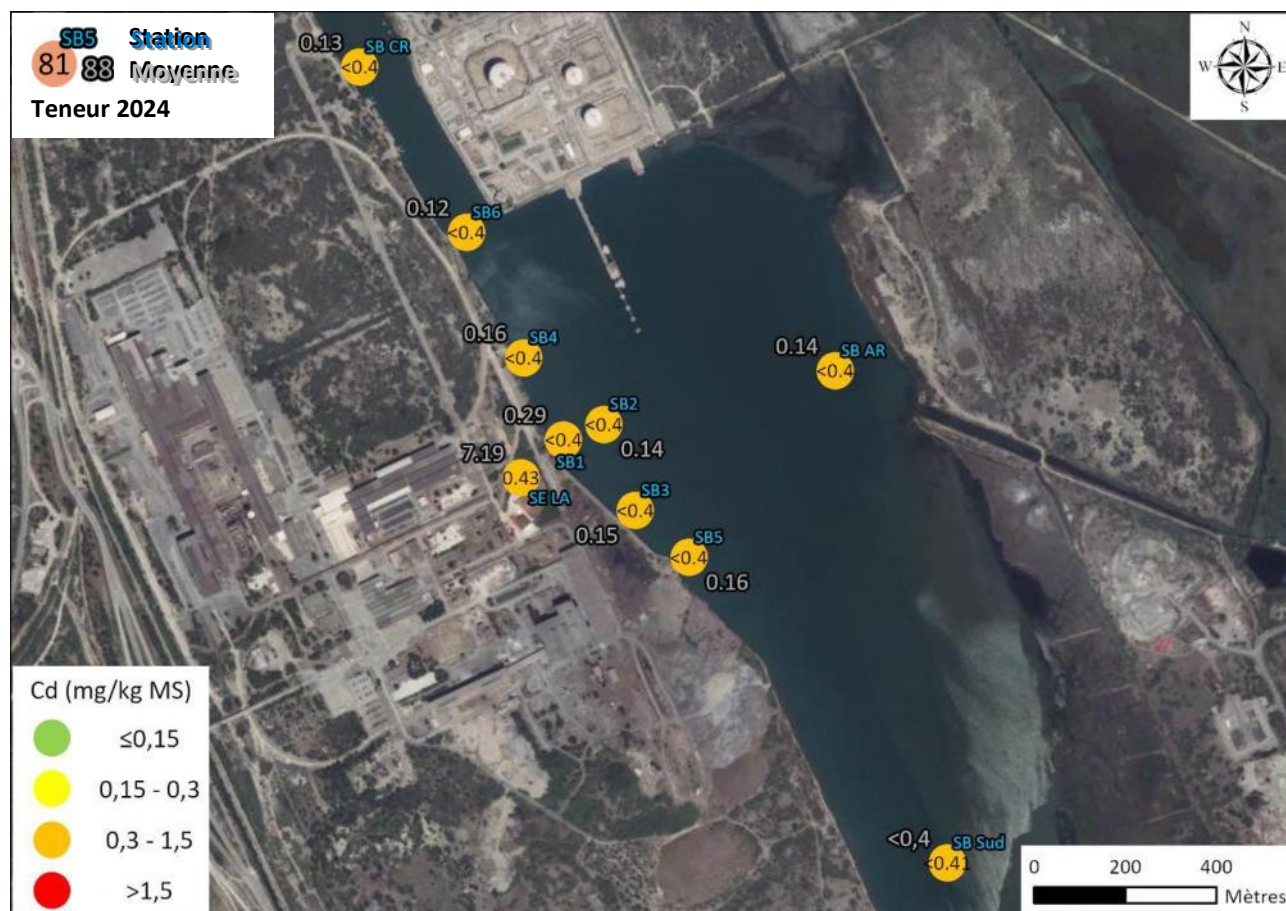


Figure 37 : Evolution de la concentration en cadmium depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en cadmium par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) présente une teneur moyenne d'environ deux fois supérieure à celle des autres stations de la darse. SE LA a une teneur moyenne significativement plus importante que celle des autres stations à l'exception de SB1 (Test de Welch et de Games-Howell).



Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en cadmium, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression multiple avec les pélites et le COT explique davantage de variabilité que ces paramètres pris isolément ($R^2=0,38$ pour la régression multiple et de 0,32 pour les pélites et 0,33 pour le COT).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Dans une moindre mesure, les points de SB1 se détachent du reste du nuage.

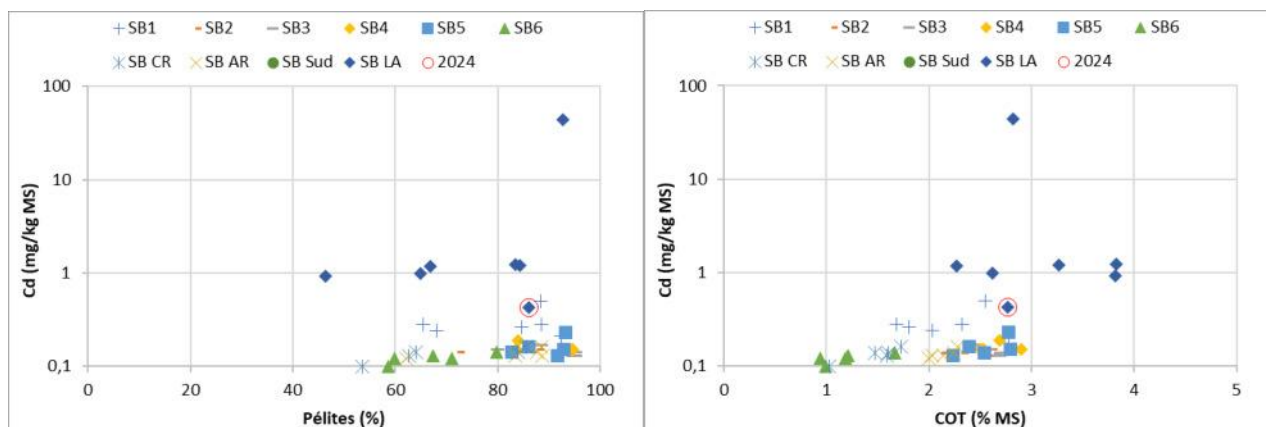


Figure 39 : Cadmium en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression multiple prenant en compte les pélites et le COT. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations de la darse sont significativement différentes (tests de Welch et de Games-Howell), avec SB1 qui diffère de SB2, SB3, SB5, SB6 et SB AR. SE LA se démarque de toutes les stations sauf SB1 et 2.

Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une tendance à la baisse est détectée sur SB1 uniquement dont la teneur normalisée a diminué de moitié à partir de 2015 par rapport à 2010.

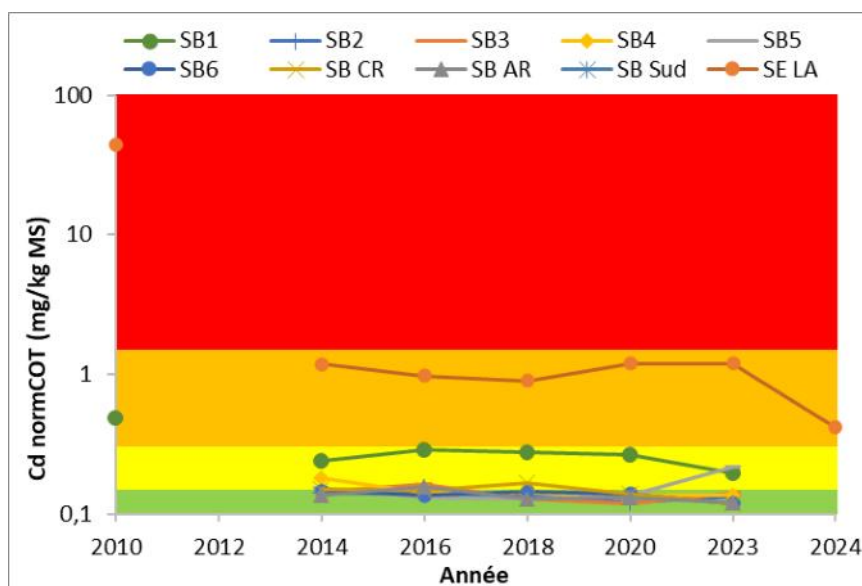


Figure 40 : Concentrations normalisées en Cadmium par les pélites et le COT

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en cadmium sont non quantifiables sur SB Sud, faibles sur SB2, SB3, SB6, SB AR et SB CR, modérées sur SB1, SB4 et SB5 et moyennement forte sur SE LA qui est situé sur le site industriel en amont du rejet. Les teneurs moyennes normalisées par les pélites et le COT confirment qu'il y a une contamination sur SE LA et dans une moindre mesure sur SB1 dont les teneurs normalisées ont toutefois diminué de moitié par rapport à 2010, mais restent presque deux fois supérieures à celles d'autres stations situées à proximité tout en étant à un niveau considéré comme modéré.

4.1.5.2 Cuivre

Les teneurs en cuivre mesurées en 2024 sont une nouvelle fois non quantifiées sur SB Sud ce qui est systématique depuis le début du suivi. De ce fait nous n'avons pas réalisé de graphique pour cette station. Comme pour le cadmium, SE LA présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement. SB1 vient en seconde position mais reste en moyenne à un niveau modérément fort. Enfin, quelque-soit la station, on ne détecte pas de tendance.

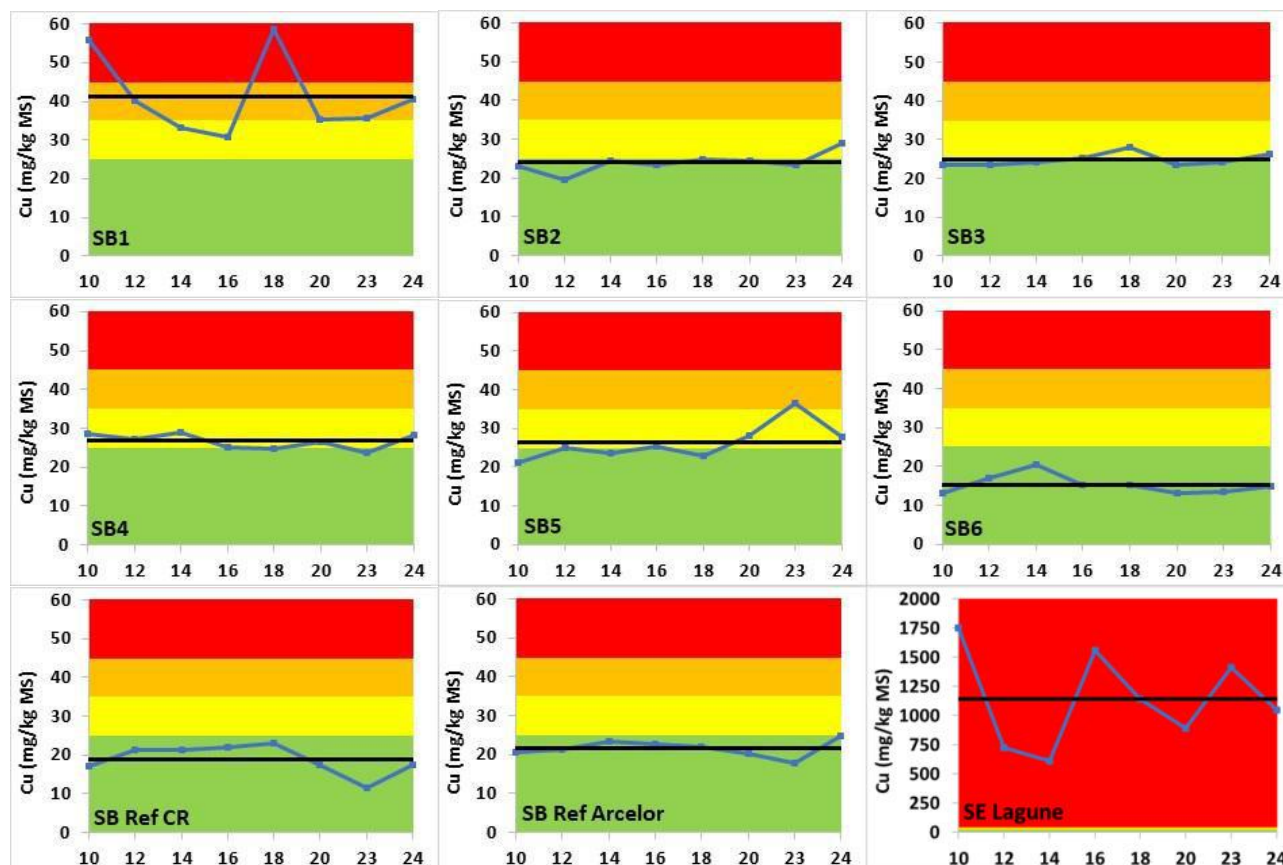


Figure 41 : Evolution de la concentration en cuivre depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en cuivre par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) présente une teneur moyenne au moins 1,5 fois supérieure à celle des autres stations de la darse.

La concentration la plus forte est systématiquement mesurée sur SE LA qui présente une concentration moyenne significativement supérieure à celle des autres stations (Tests de Welch et de Games-Howell), SB1 présente également une teneur moyenne significativement supérieure à celle de SB2, SB3, SB6, SB AR et SB CR.

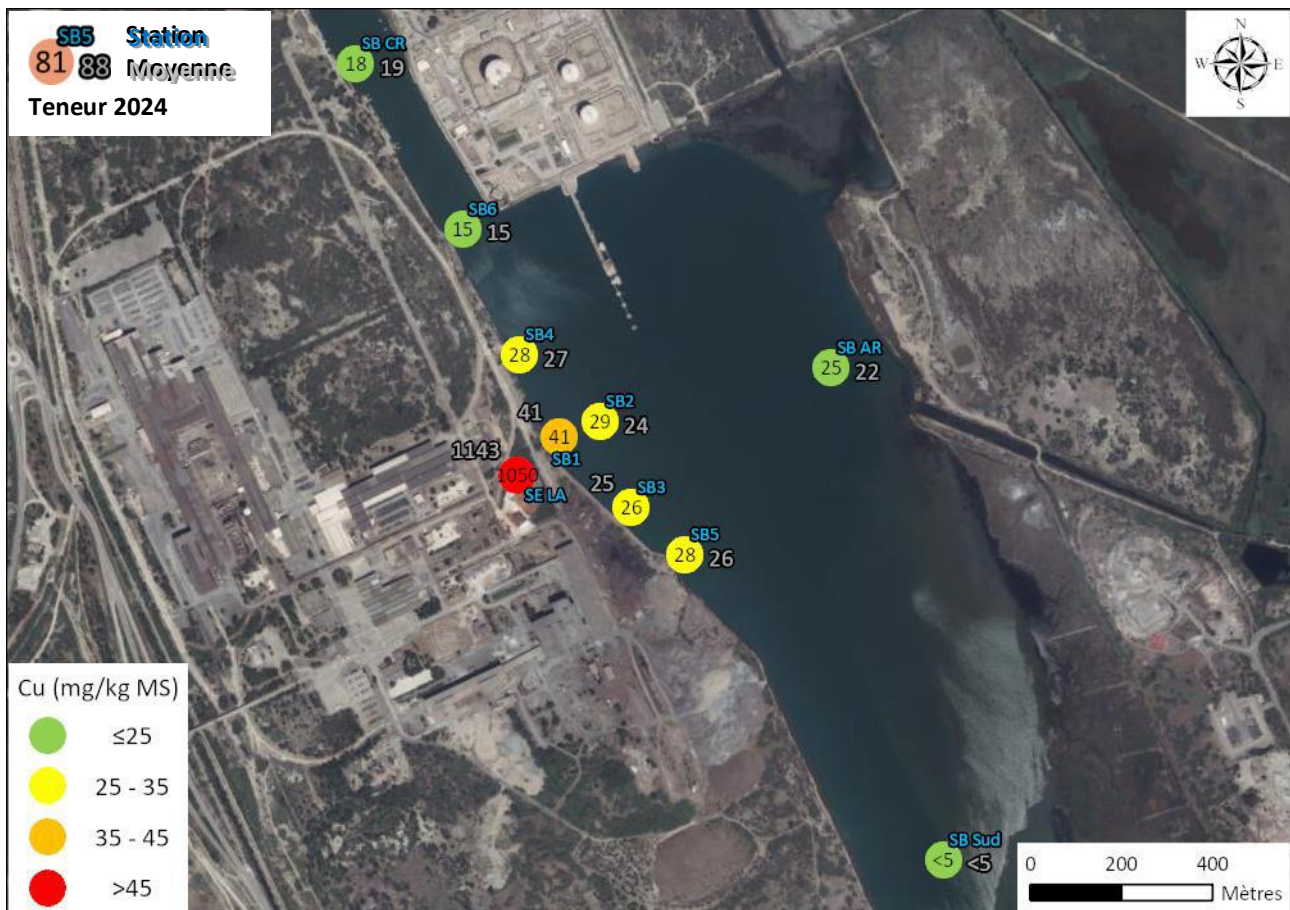


Figure 42 : Localisation des stations, teneurs en cuivre mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en cuivre, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression multiple avec les pélites et le COT explique davantage de variabilité que ces paramètres pris isolément ($R^2=0,814$ pour la régression multiple et de 0,6534 pour les pélites et 0,812 pour le COT).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Dans une moindre mesure, les points de SB1 se détachent du reste du nuage.

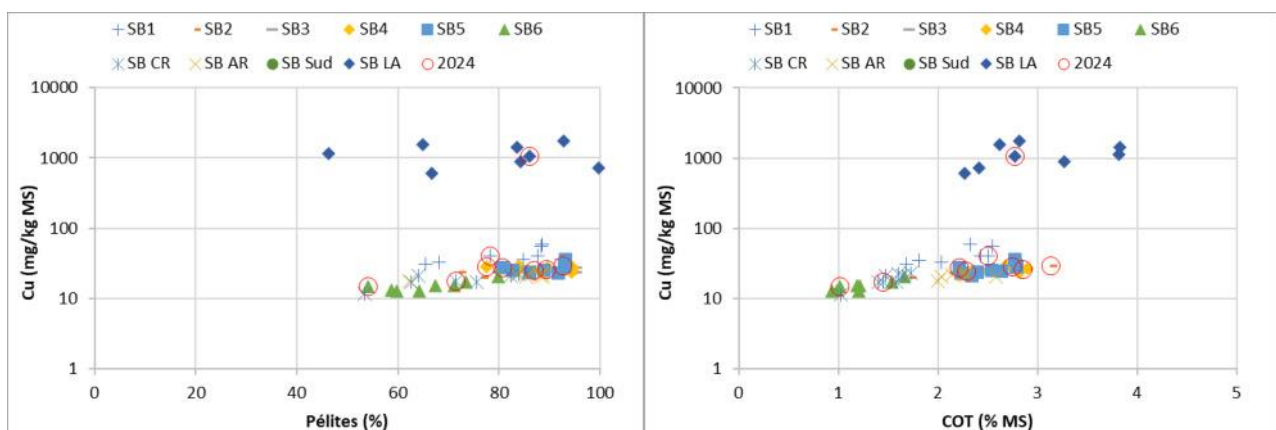


Figure 43 : Cuivre en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression multiple prenant en compte les pélites et le COT. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations de la darse sont significativement différentes (tests de Welch et de Games-Howell), avec SB1 qui diffère des autres stations de la darse et SE LA qui se démarque nettement de toutes les stations.

Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une légère tendance à la hausse est détectée sur SB5 uniquement.

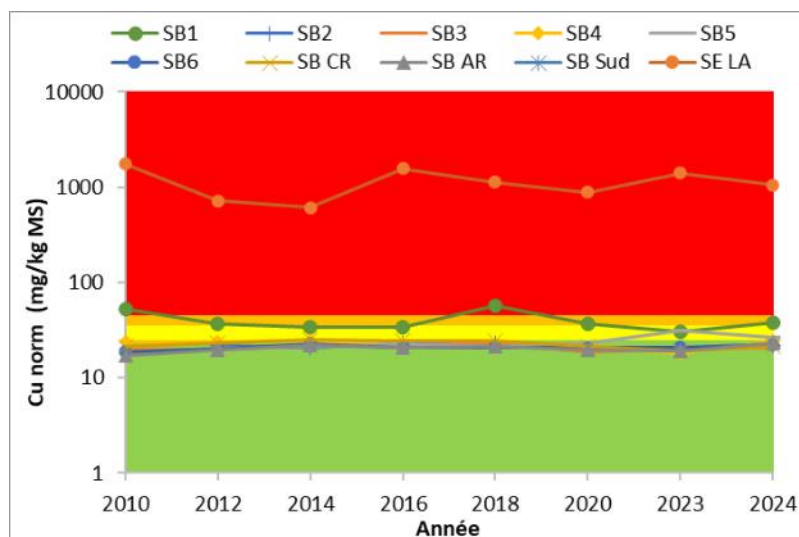


Figure 44 : Concentrations normalisées en cadmium par les pélites et le COT

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en cuivre sont non quantifiables sur SB Sud, faibles sur SB2, SB3, SB6, SB AR et SB CR, modérées sur SB4 et SB5, moyennement forte sur SB1 et forte sur SE LA qui est situé sur le site industriel en amont du rejet. Les teneurs moyennes normalisées par les pélites et le COT confirment qu'il y a une contamination sur SE LA et dans une moindre mesure sur SB1 dont les teneurs normalisées sont d'au moins 1,5 fois supérieures à celles des autres stations de la darse, tout en étant à un niveau considéré comme modérément fort à fort. SB5, stations située à l'aval du rejet présente une tendance à la hausse, mais reste toutefois à un niveau modéré.

4.1.5.3 Chrome

Les teneurs en chrome mesurées en 2024 sont fortes sur SE LA, modérées sur SB1 et SB5 et faibles sur les autres stations. Comme pour le cadmium et le cuivre, SE LA présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement ; SB1 vient en seconde position mais reste en moyenne à un niveau modérément fort. Enfin, SB Sud est la station où la teneur moyenne est la plus faible malgré une valeur aberrante en 2014. On détecte une légère tendance à l'augmentation sur SB2 et SB5.

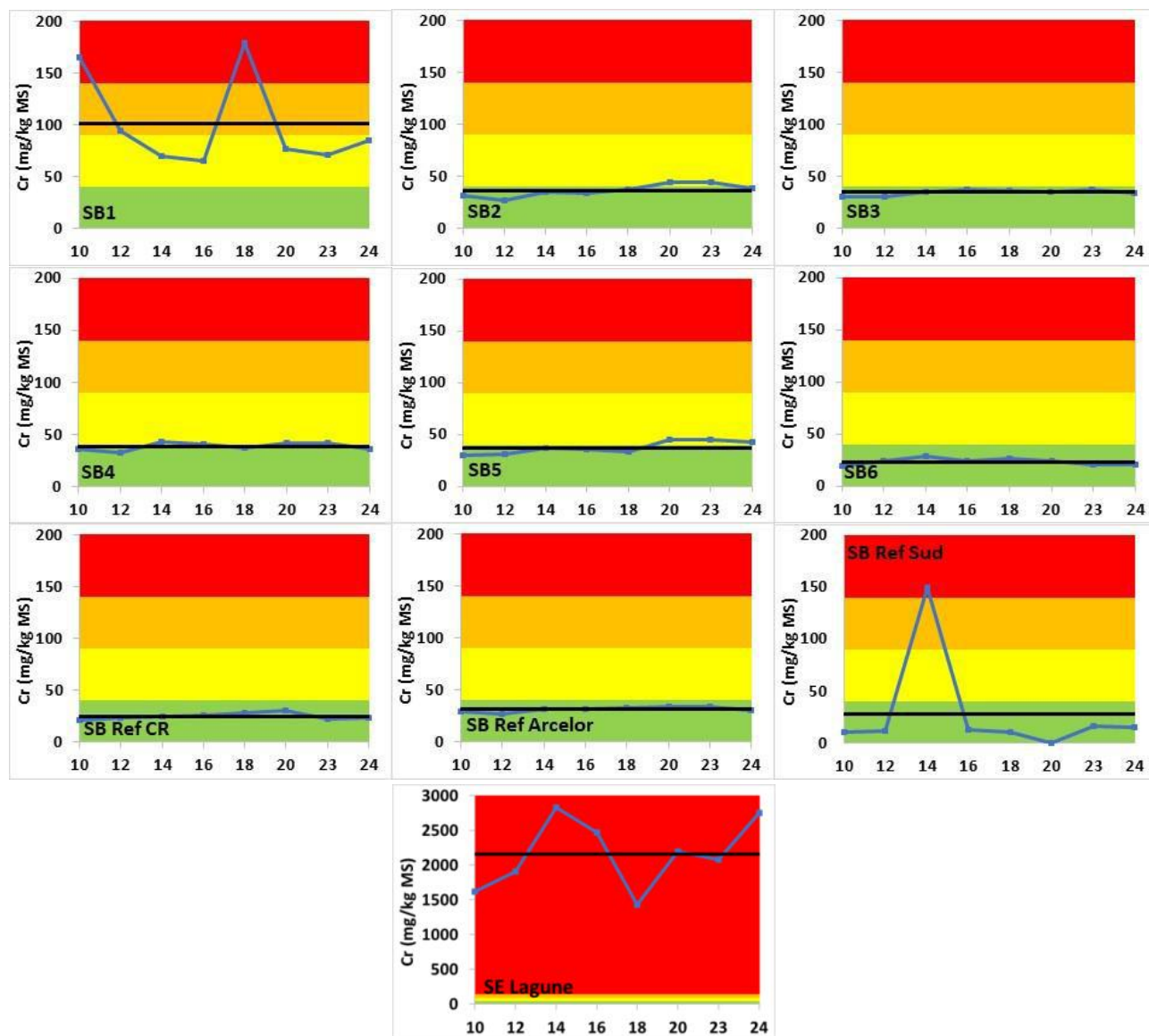


Figure 45 : Evolution de la concentration en chrome depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en chrome par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) présente une teneur moyenne au moins 2,5 fois supérieure à celle des autres stations de la darse. La concentration la plus forte est systématiquement mesurée sur SE LA et la différence avec la teneur moyenne des autres stations est significative (Tests de Welch et de Games-Howell). SB1 présente une teneur moyenne significativement supérieure à celle des autres stations de la darse.

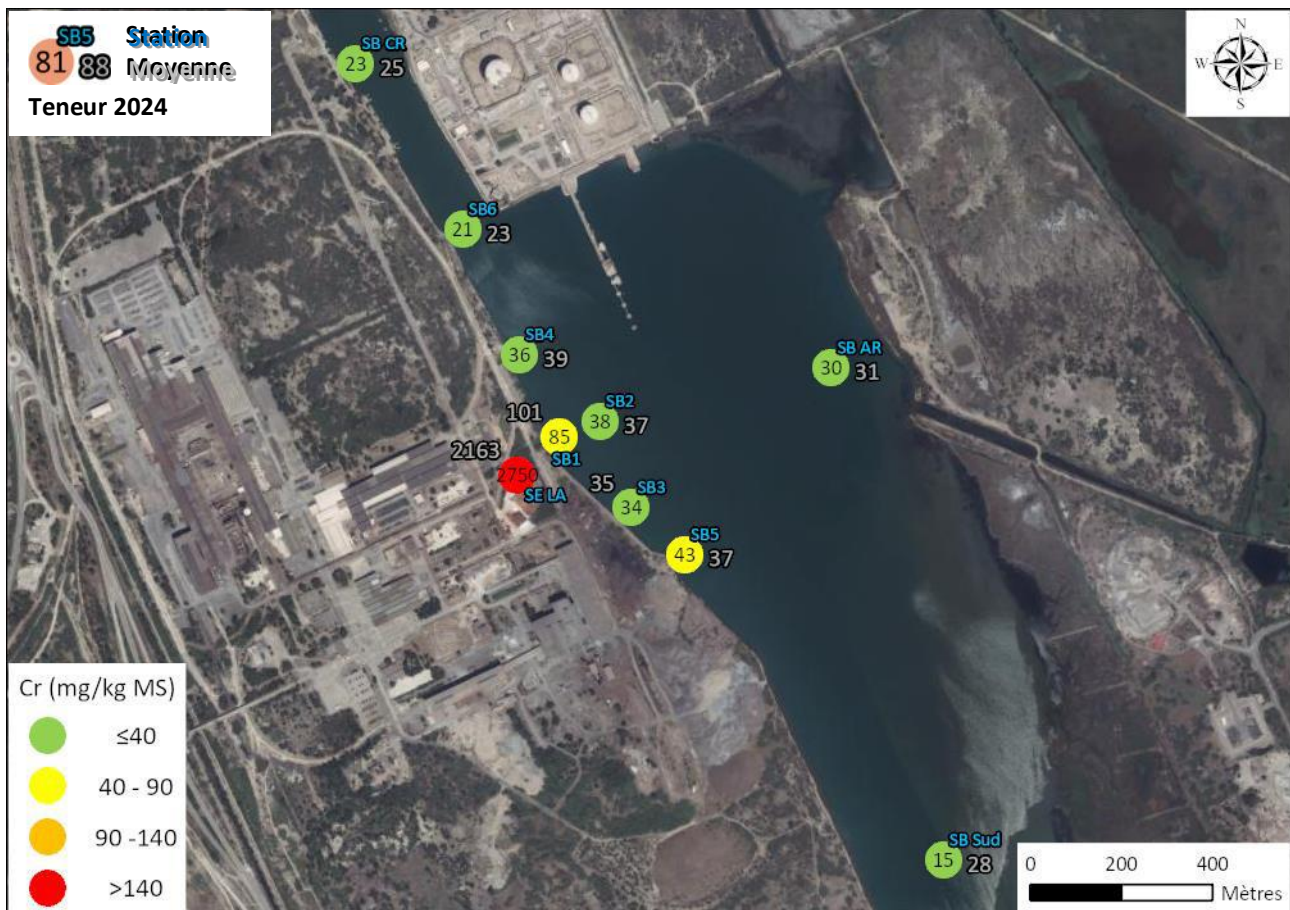


Figure 46 : Localisation des stations, teneurs en chrome mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en chrome, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression avec le COT explique le plus de variabilité ($R^2=0,83$) en comparaison avec celle réalisée avec les pélites ($R^2=0,67$) et la régression multiple prenant en compte les pélites et le COT ($R^2=0,83$).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Dans une moindre mesure, les points de SB1 se détachent systématiquement du reste du nuage.

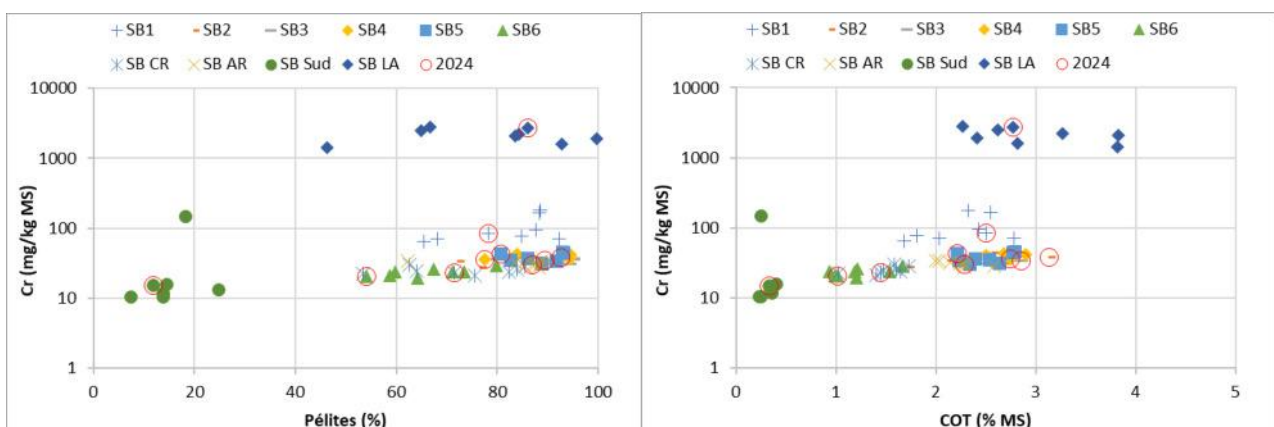


Figure 47 : Chrome en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression avec le COT. Les concentrations moyennes normalisées de SB1 et de SE LA sont significativement différentes de celles des autres stations (tests de Welch et de Games-Howell). Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une tendance à la hausse est détectée sur SB5 uniquement qui reste toutefois à un niveau modéré.

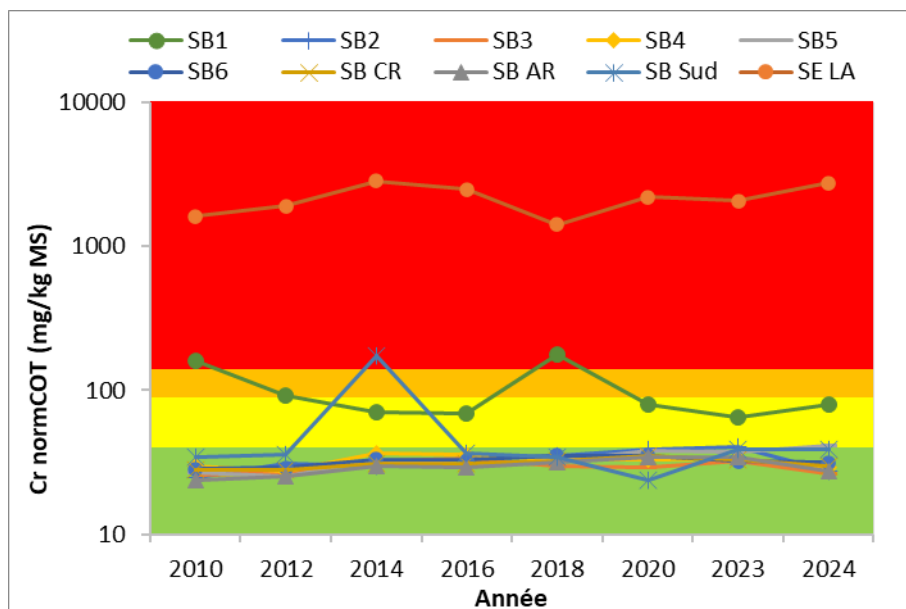


Figure 48 : Concentrations normalisées en chrome par le COT

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en chrome sont faibles sur toutes les stations sauf, SB1 (niveau moyennement fort) et SE LA (niveau fort). Les teneurs moyennes normalisées par le COT confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et dans une moindre mesure sur SB1 dont les teneurs normalisées sont d'au moins 2 fois supérieures à celles des autres stations de la darse, tout en étant à un niveau considéré comme modérée à modérément fort. SB5, stations située à l'aval du rejet présente une tendance à la hausse, mais reste toutefois à un niveau modéré.

4.1.5.4 Plomb

Les teneurs en plomb mesurées en 2024 sont fortes sur SE LA, modérées sur SB1, SB2 et SB5 et faibles sur les autres stations. Comme pour le cadmium, le cuivre et le chrome, SE LA présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement ; SB1 vient en seconde position mais reste en moyenne à un niveau modéré. Enfin, SB Sud est la station où la teneur moyenne est la plus faible. On détecte une tendance à l'augmentation sur SB5.

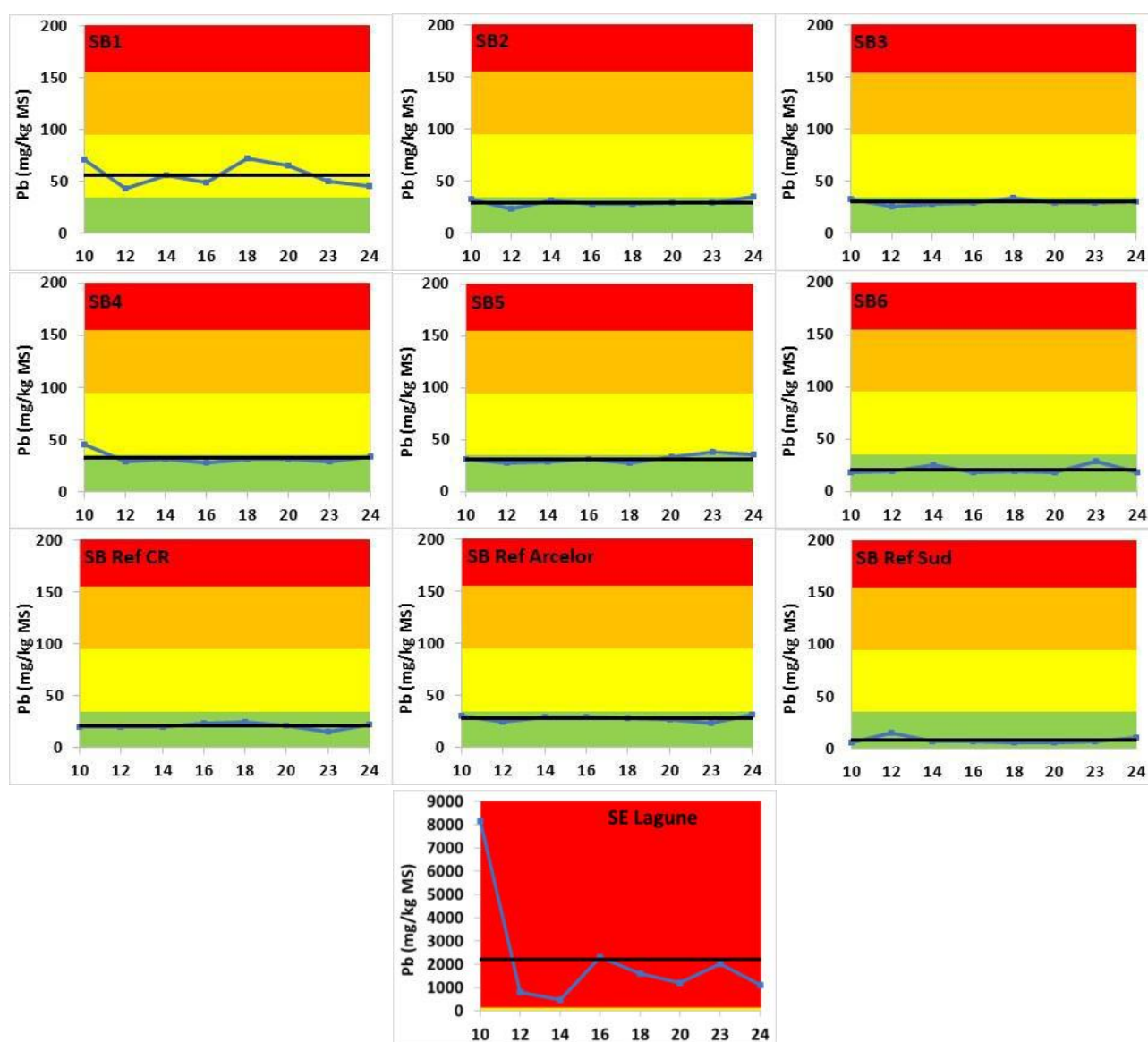


Figure 49 : Evolution de la concentration en plomb depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en plomb par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) présente une teneur moyenne au moins 1,8 fois supérieure à celle des autres stations de la darse. SB1 présente une teneur moyenne significativement supérieure à celle des autres stations (tests de Welch et de Games-Howell).

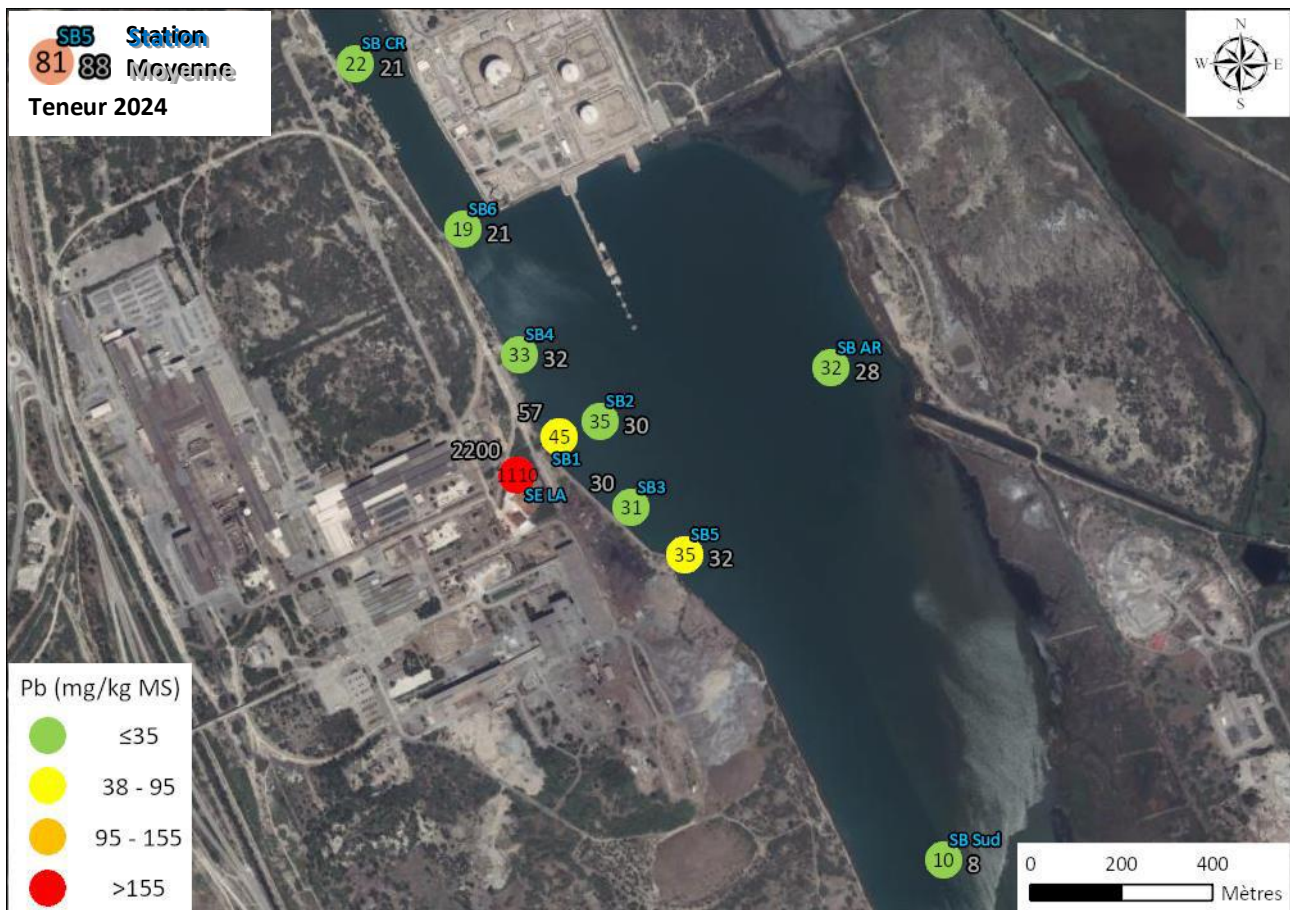


Figure 50 : Localisation des stations, teneurs en plomb mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en plomb, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression multiple avec le COT et les pélites explique le plus de variabilité ($R^2=0,94$) en comparaison avec celle réalisée avec les pélites ($R^2=0,8$) et celle prenant en compte le COT ($R^2=0,91$).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Dans une moindre mesure, les points de SB1 se détachent systématiquement du reste du nuage.

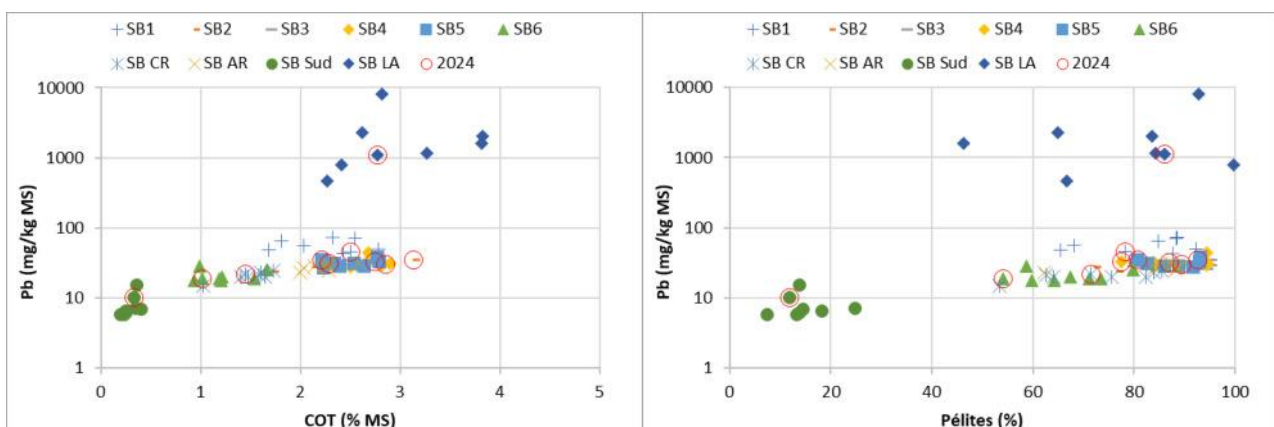


Figure 51 : Plomb en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression multiple avec le COT et les pélites. Les concentrations moyennes normalisées de SB1 et SE LA sont significativement différentes (tests de Welch et de Games-Howell). Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une tendance à la hausse est détectée sur SB5 uniquement qui reste toutefois à un niveau faible.

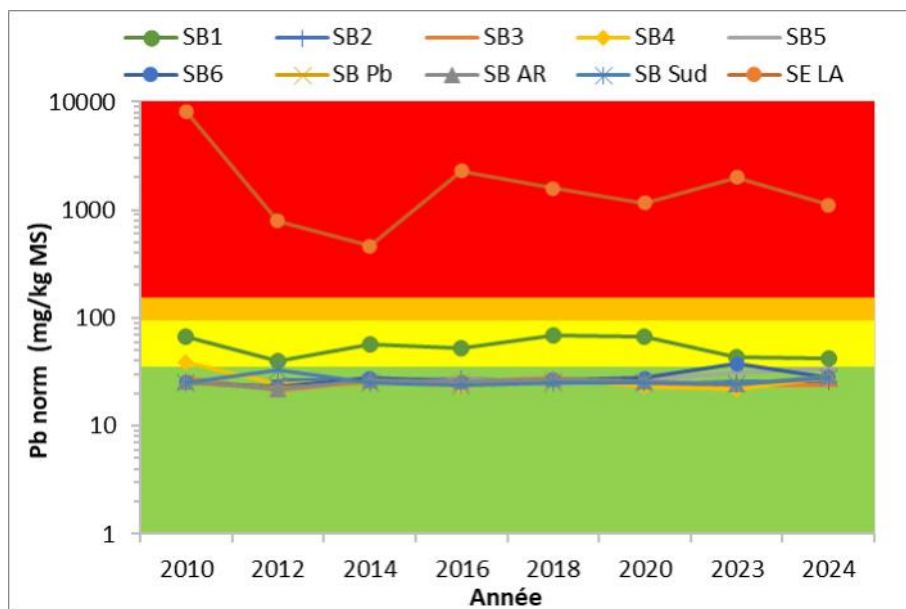


Figure 52 : Concentrations normalisées en plomb par le COT et les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en plomb sont faibles sur toutes les stations sauf SB1 (niveau modéré) et SE LA (niveau fort). Les teneurs moyennes normalisées par le COT et les pélites confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et dans une moindre mesure sur SB1 dont les teneurs normalisées sont d'au moins presque 2 fois supérieures à celles des autres stations de la darse, tout en étant à un niveau considéré comme modérée. SB5, station située à l'aval du rejet présente, comme pour le cuivre et le chrome, une tendance à la hausse, mais reste toutefois à un niveau modéré.

4.1.5.5 Zinc

Les teneurs en zinc mesurées en 2024 sont fortes sur SE LA, modérées sur SB1 et SB5 et faibles sur les autres stations. Comme pour les autres métaux, SE LA présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement ; SB1 vient en seconde position mais reste en moyenne à un niveau modéré. Enfin, SB Sud est la station où la teneur moyenne est la plus faible. On détecte une tendance à l'augmentation sur SB2 et SB5.

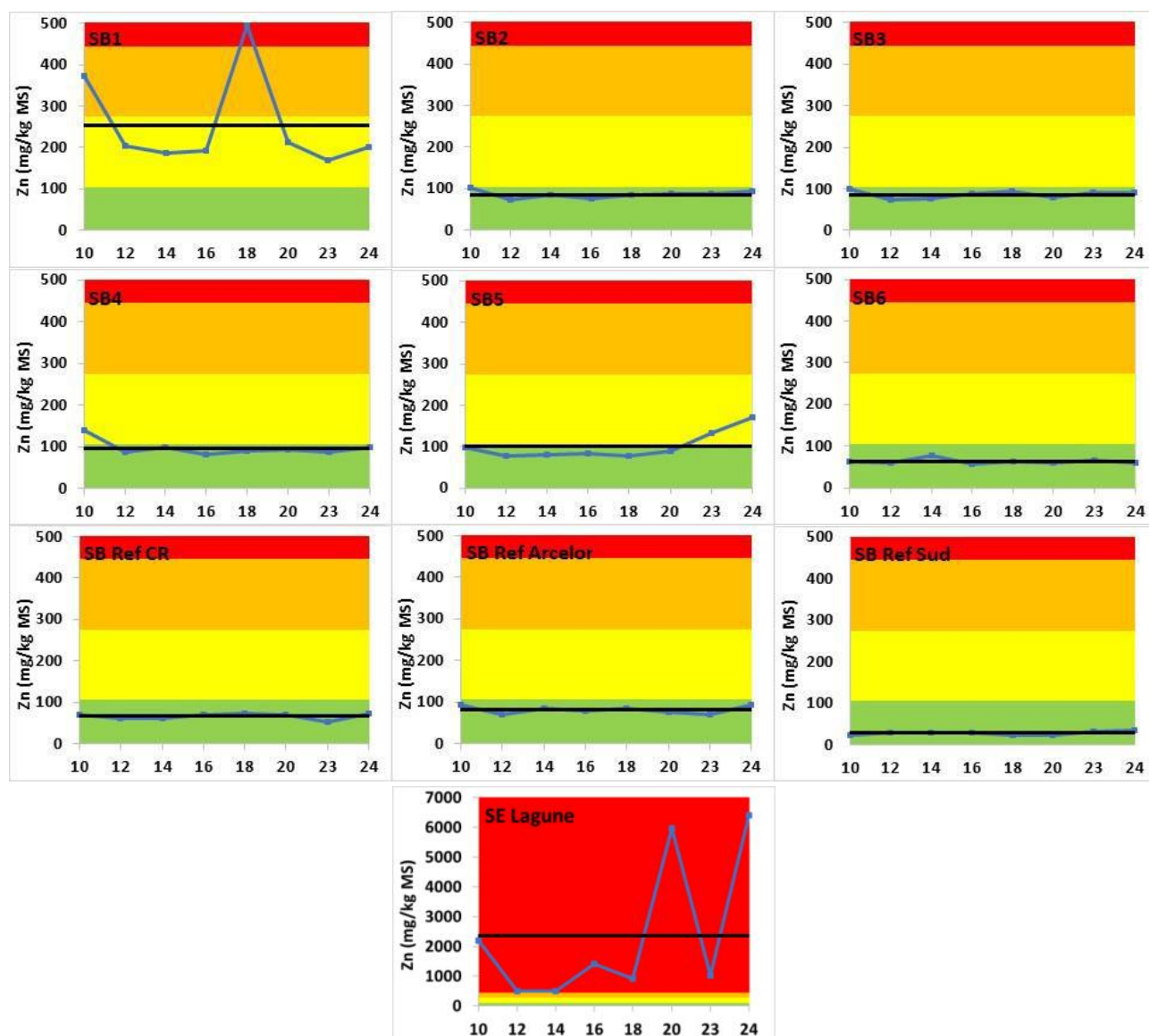


Figure 53 : Evolution de la concentration en zinc depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en zinc par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) présente une teneur moyenne au moins 2,5 fois supérieure à celle des autres stations de la darse et SE LA, cette différence est significative selon les tests statistiques réalisés (Welch et Games-Howell).

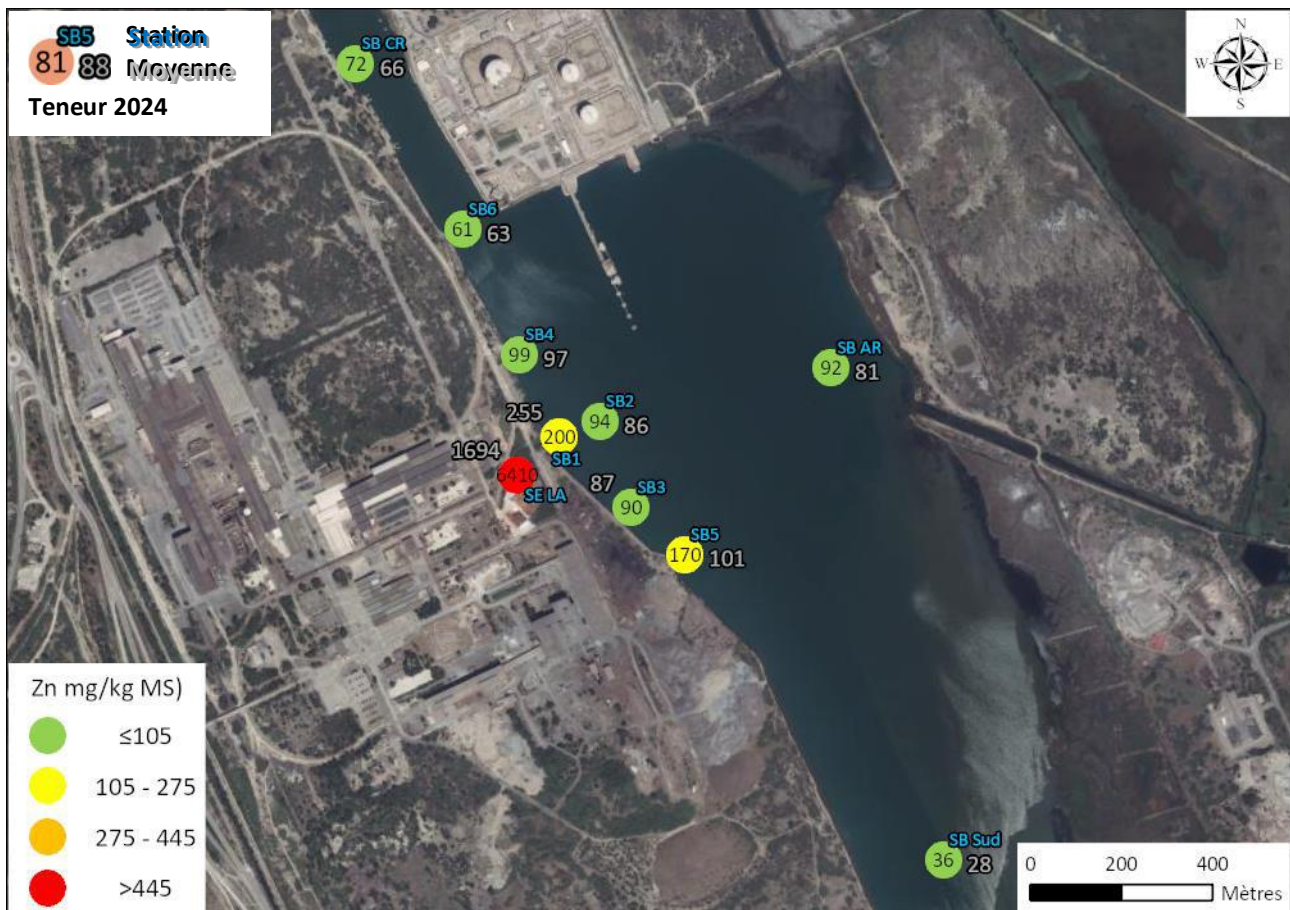


Figure 54 : Localisation des stations, teneurs en zinc mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en zinc, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression multiple avec le COT et les pélites explique le plus de variabilité ($R^2=0,91$) en comparaison avec celle réalisée avec les pélites ($R^2=0,85$) et celle prenant en compte le COT ($R^2=0,91$).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Dans une moindre mesure, les points de SB1 se détachent systématiquement du reste du nuage.

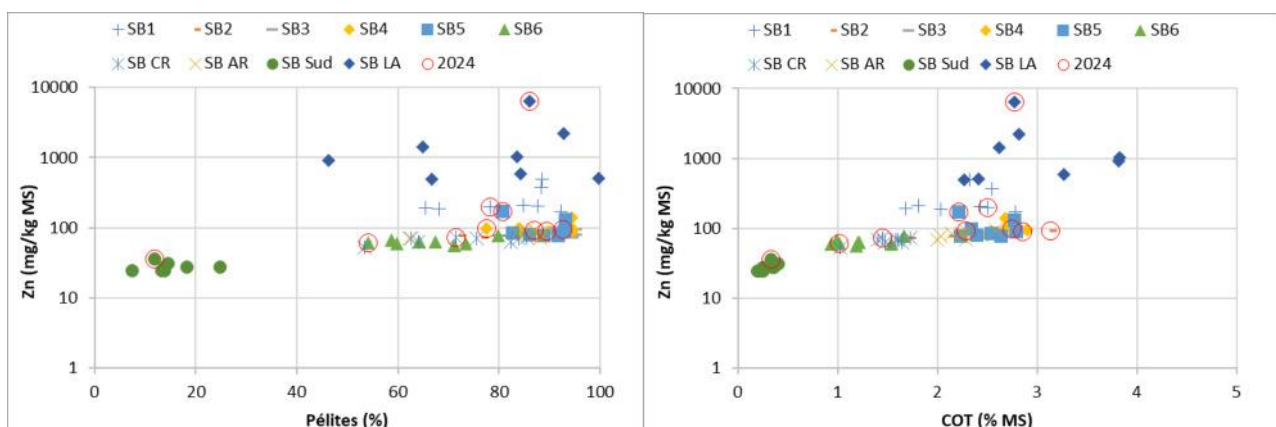


Figure 55 : Zinc en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression multiple avec le COT et les pélites. Les concentrations moyennes normalisées de SB1 et SE LA sont significativement différentes entres elles et de celles des autres stations (tests de Welch et de Games-Howell). Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une tendance à la hausse est détectée sur SB5 uniquement qui reste toutefois à un niveau modéré.

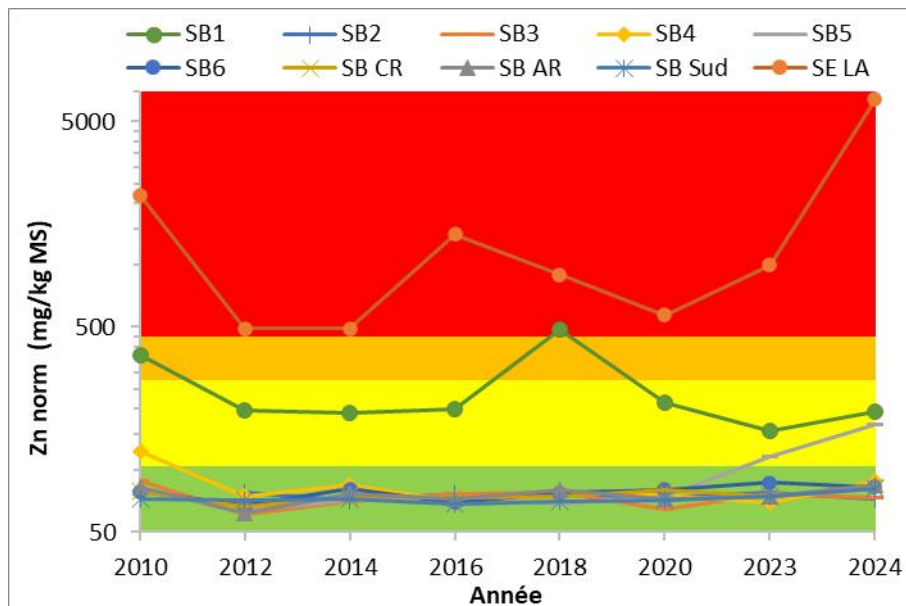


Figure 56 : Concentrations normalisées en zinc par le COT et les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en zinc sont faibles sur toutes les stations sauf SB1 (niveau modéré) et SE LA (niveau fort). Les teneurs moyennes normalisées par le COT et les pélites confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et dans une moindre mesure sur SB1, dont les teneurs normalisées sont d'au moins presque 3 fois supérieures à celles des autres stations de la darse, tout en étant à un niveau considéré comme modérée. SB5, stations située à l'aval du rejet présente, comme pour le cuivre, le chrome et le plomb, une tendance à la hausse. Elle est passée depuis la campagne 2023 d'un niveau faible à un niveau modéré.

4.1.5.6 Nickel

Les teneurs en nickel mesurées en 2024 sont fortes sur SE LA, faibles sur SB6 et SB CR et modérées sur les autres stations. Comme pour les autres métaux, SE LA présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement. SB1 vient en seconde position mais reste, en moyenne, à un niveau modéré. Enfin, SB Sud est la station où la teneur moyenne est la plus faible. Globalement les teneurs oscillent autour d'une valeur moyenne sans qu'il y ait une tendance particulière à l'exception de SB2 et SB5 qui présentent une légère hausse sur toute la durée du suivi.

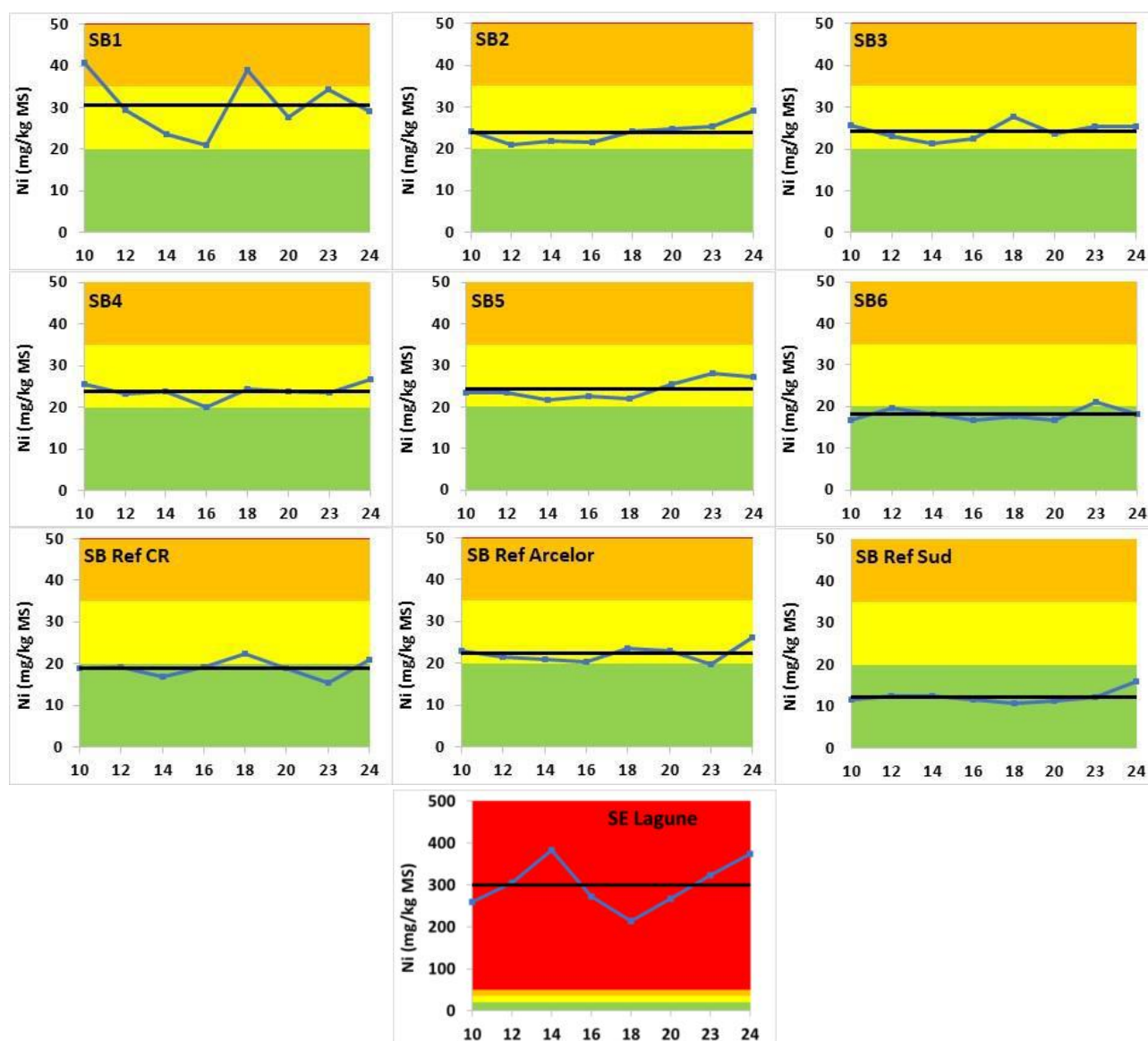


Figure 57 : Evolution de la concentration en nickel depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en nickel par rapport au rejet (Figure suivante), on note, comme pour les autres métaux, que la station la plus proche du rejet (SB1) présente une teneur moyenne au moins 1,3 fois supérieure à celle des autres stations de la darse. Cette différence est significative (test ANOVA et de Tukey après transformation inverse des données).

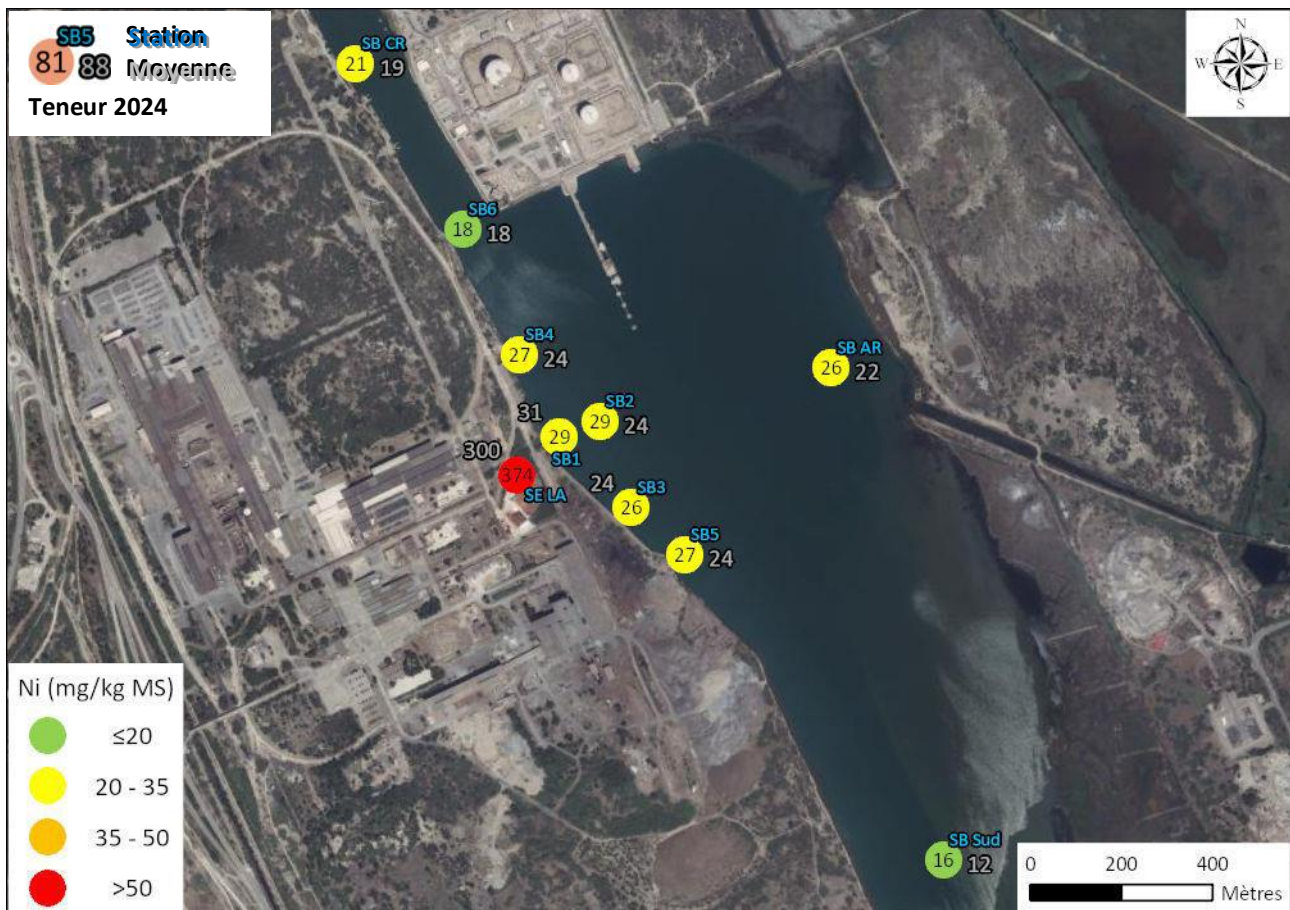


Figure 58 : Localisation des stations, teneurs en nickel mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en nickel, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression multiple avec le COT et les pélites explique le plus de variabilité ($R^2=0,91$) en comparaison avec celle réalisée avec les pélites ($R^2=0,85$) et celle prenant en compte le COT ($R^2=0,89$).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Dans une moindre mesure, les points de SB1 se détachent systématiquement du reste du nuage.

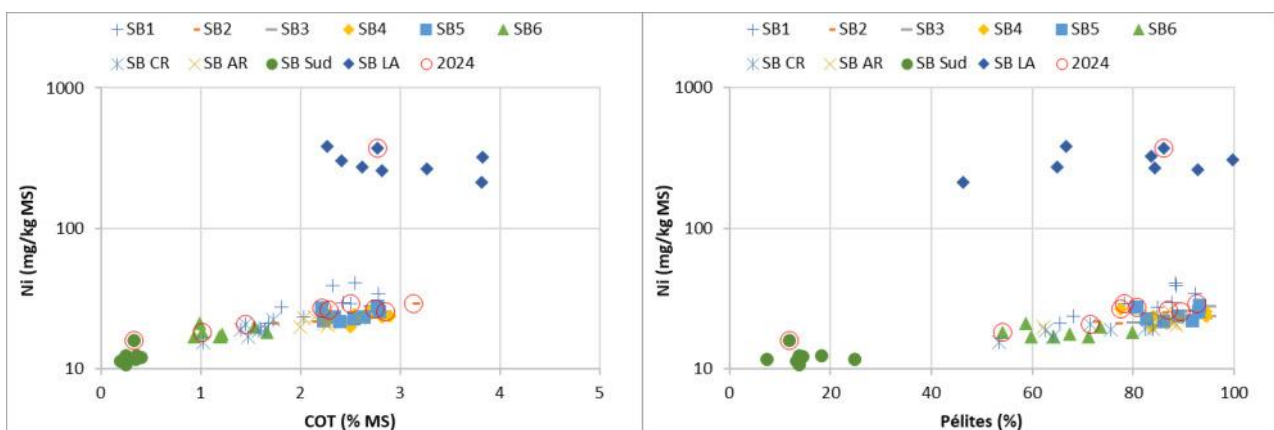


Figure 59 : Nickel en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression multiple avec le COT et les pélites. Les concentrations normalisées moyennes de SB1 et SE LA sont significativement différentes entres elles et des autres stations de la darse, sauf SB1 et SB4 (tests de Welch et de Games-Howell).

Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une tendance à la hausse est détectée sur SB5 et SB6 qui restent toutefois à un niveau faible.

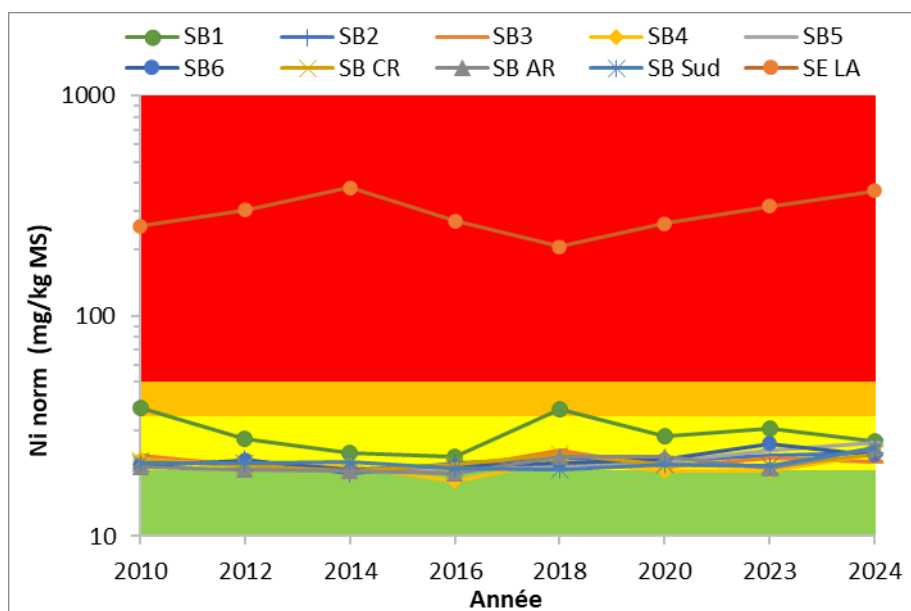


Figure 60 : Concentrations normalisées en nickel par le COT et les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en nickel sont faibles sur SB Sud et SB6, modérées sur toutes les autres stations sauf SE LA qui présente un niveau fort. Les teneurs moyennes normalisées par le COT et les pélites confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et dans une moindre mesure sur SB1, dont les teneurs normalisées sont d'au moins presque 3 fois supérieures à celles des autres stations de la darse, tout en étant à un niveau considéré comme modérée. SB5, stations située à l'aval du rejet présente, comme pour les autres métaux sauf le cadmium, une tendance à la hausse mais reste à un niveau modéré. C'est également le cas de SB6.

4.1.5.7 Mercure

Les teneurs en mercure mesurées en 2024 sont non quantifiables ($<0,1$ mg/kg MS) sur SE LA, SB6 et SB Sud. Pour ces deux dernières stations, ce paramètre n'a jamais été quantifié depuis le début du suivi. Sur les autres points de prélèvements les teneurs sont faibles sauf sur SB2 et SB5 où elles sont à un niveau modéré.

On ne retrouve pas le même schéma que pour les autres métaux, SE LA ne se démarque pas si ce n'est en 2018 avec une valeur moyennement forte mais sans commune mesure avec les niveaux atteints pour les autres métaux. De plus, SB1 est comparable aux autres stations de la darse.

Sur toutes les stations, le mercure est parfois non quantifiable et il y a peu de données quantifiées ce qui rend difficile la détection de tendance.

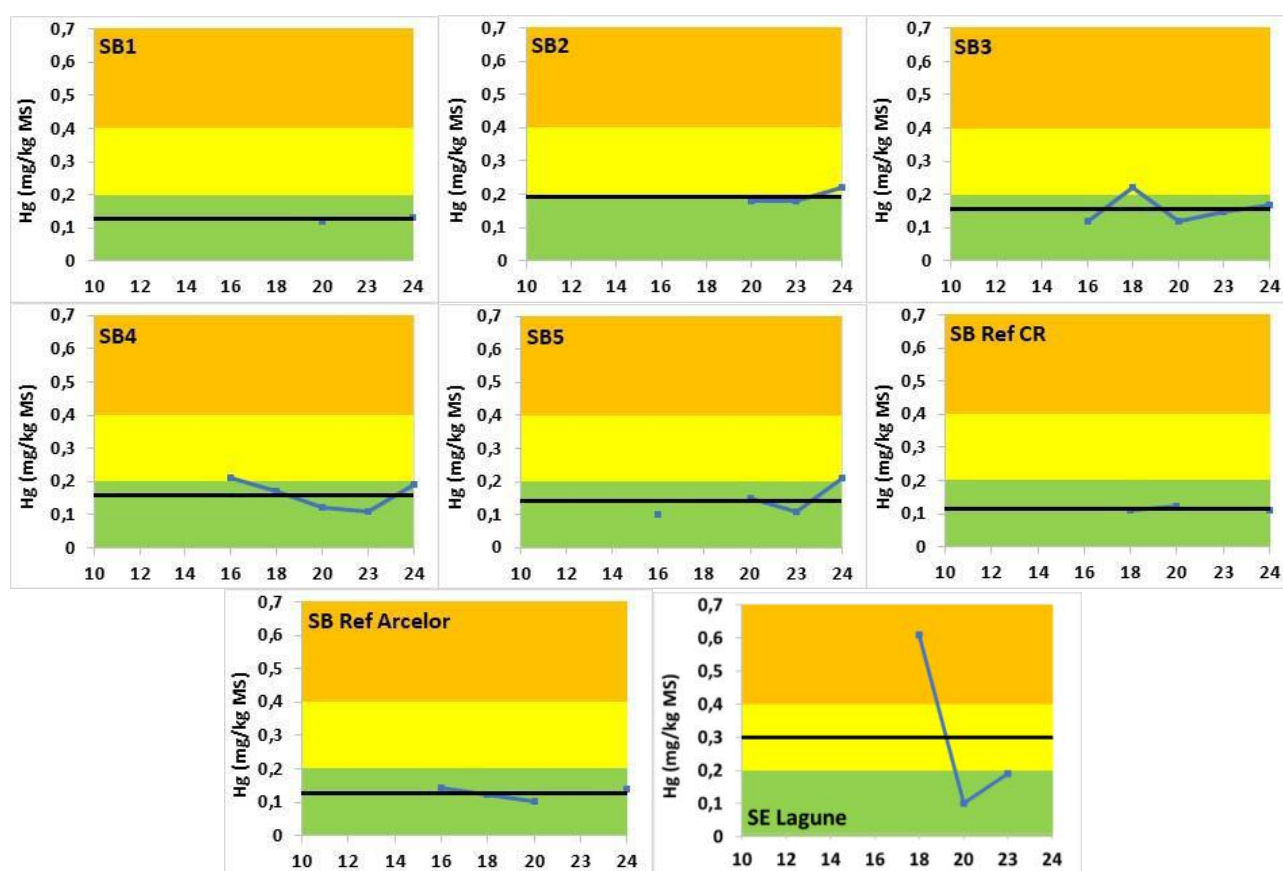


Figure 61 : Evolution de la concentration en mercure depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en mercure par rapport au rejet (Figure suivante), on note que contrairement aux autres métaux, la station la plus proche du rejet (SB1) ne présente pas la teneur moyenne la plus importante des autres stations de la darse (Tests de Kruskal-Wallis et de Dunn).

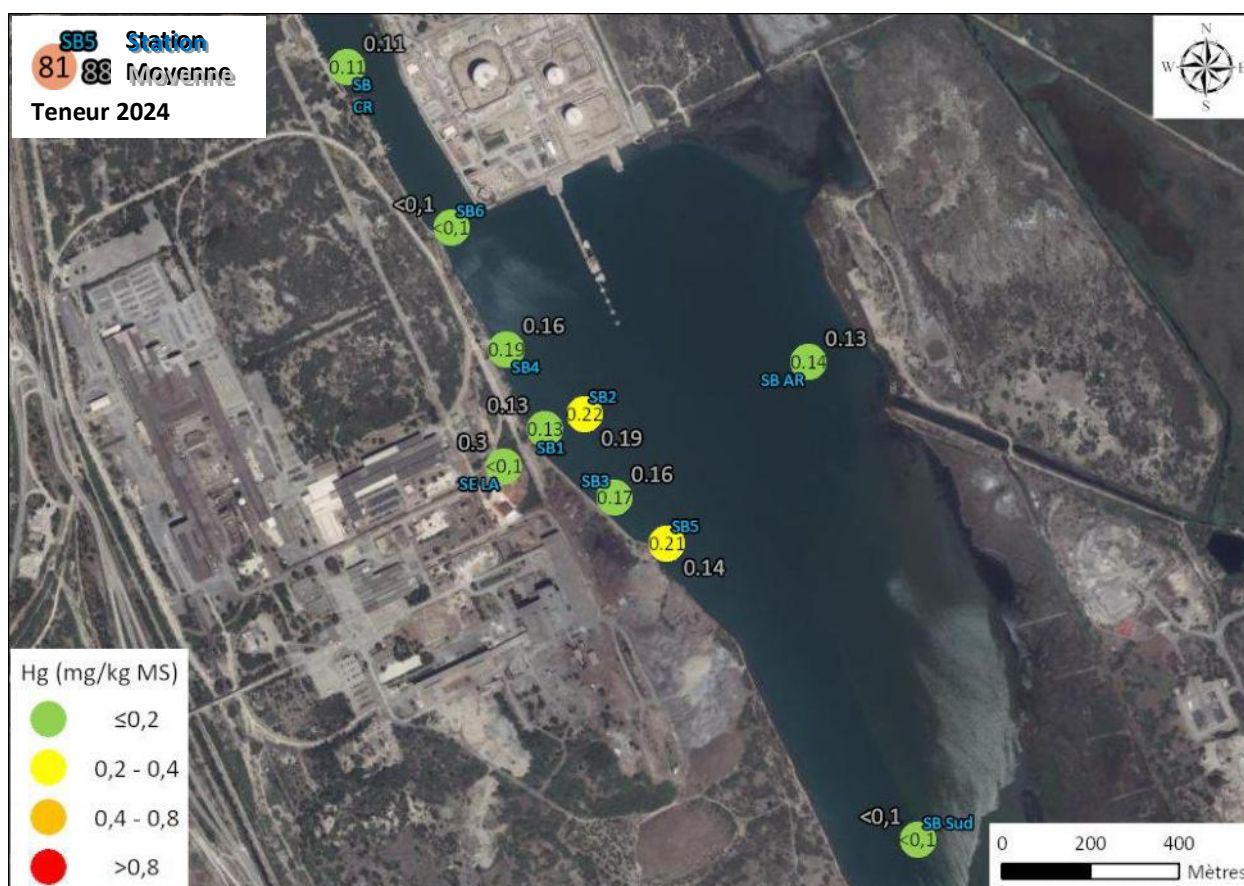


Figure 62 : Localisation des stations, teneurs en mercure mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en mercure, les pélites et le COT, on n'observe pas de corrélation significative même si on écarte les données aberrantes. Nous n'avons donc pas calculé de concentration normalisée. Il n'y pas de données aberrantes à part sur SE LA en 2018 qui présente un pic de teneur modérée (Figure suivante). Hormis ce pic, il n'y a pas de signe d'une contamination en mercure sur l'ensemble des stations.

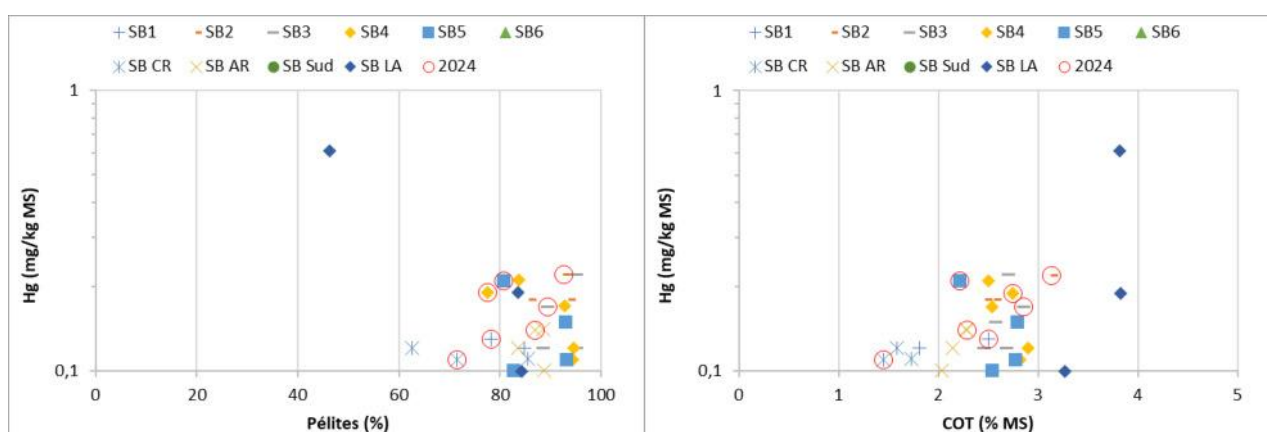


Figure 63 : Mercure en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en mercure sont faibles sur toutes les stations sauf SE LA qui est à un niveau modéré. Hormis un pic en 2018 sur SE LA, il n'y a pas de signe d'une contamination en mercure sur l'ensemble des stations.

4.1.5.8 Etain

En 2024 comme lors des suivis précédents, la concentration en étain des sédiments de la darse 1 n'a pas atteint la limite de quantification de 5 mg/kg de MS. Ce métal a été quantifié à une seule reprise sur SB1 en 2023, avec une concentration de 6,1 mg/kg de MS, proche de la limite de quantification.

La concentration en étain des sédiments de la lagune est systématiquement quantifiée et oscille autour d'une valeur moyenne de 87,6 mg/kg MS. N'ayant pas suffisamment de données comparatives provenant d'analyses sur des sédiments marins, nous n'avons pas proposé d'échelle permettant d'évaluer le niveau de contamination. On note cependant que les teneurs sont importantes par rapport à la limite de quantification et aux quelques valeurs trouvées dans la littérature, pour zones de la région (Alzieu, 1989) :

- Embouchure du Rhône : 8 à 14 mg Sn total/kg.
- Cortiou : 6 à 70 mg/kg MS
- Sicié : 0,9 à 10 mg/kg MS
- Rade de Toulon : 13,8 à 33 mg/kg MS
- Ile de Porquerolles : 4,5 mg/kg MS
-

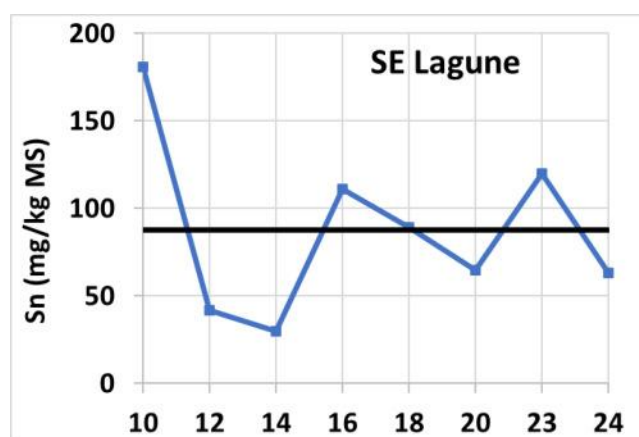


Figure 64 : Evolution de la concentration en étain depuis le début du suivi sur SE LA

L'étain n'est pas significativement corrélé aux pélites et au COT. Nous n'avons donc pas calculé de concentration normalisée.

Depuis le début du suivi les teneurs en étain sont non quantifiables sur toutes les stations sauf SE LA qui est à un niveau fort. L'étain a été quantifié à une seule reprise sur SB1 en 2013 avec une valeur proche de la limite de quantification. Les résultats du suivi ne montrent pas de signe d'une contamination en étain des sédiments de la darse.

4.1.5.9 Fer

Les teneurs en fer mesurées en 2024 sont faibles sur SB Sud, modérés sur les stations du canal d'Arles à Fos (SB6 et SB CR) et SB AR, moyennement fortes sur les autres stations, sauf SE LA qui est à un niveau fort. Comme pour les autres métaux, cette station présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement. SB1 vient en seconde position mais reste en moyenne à un niveau moyennement fort. Globalement les teneurs oscillent autour d'une valeur moyenne sans qu'il y ait une tendance visible.

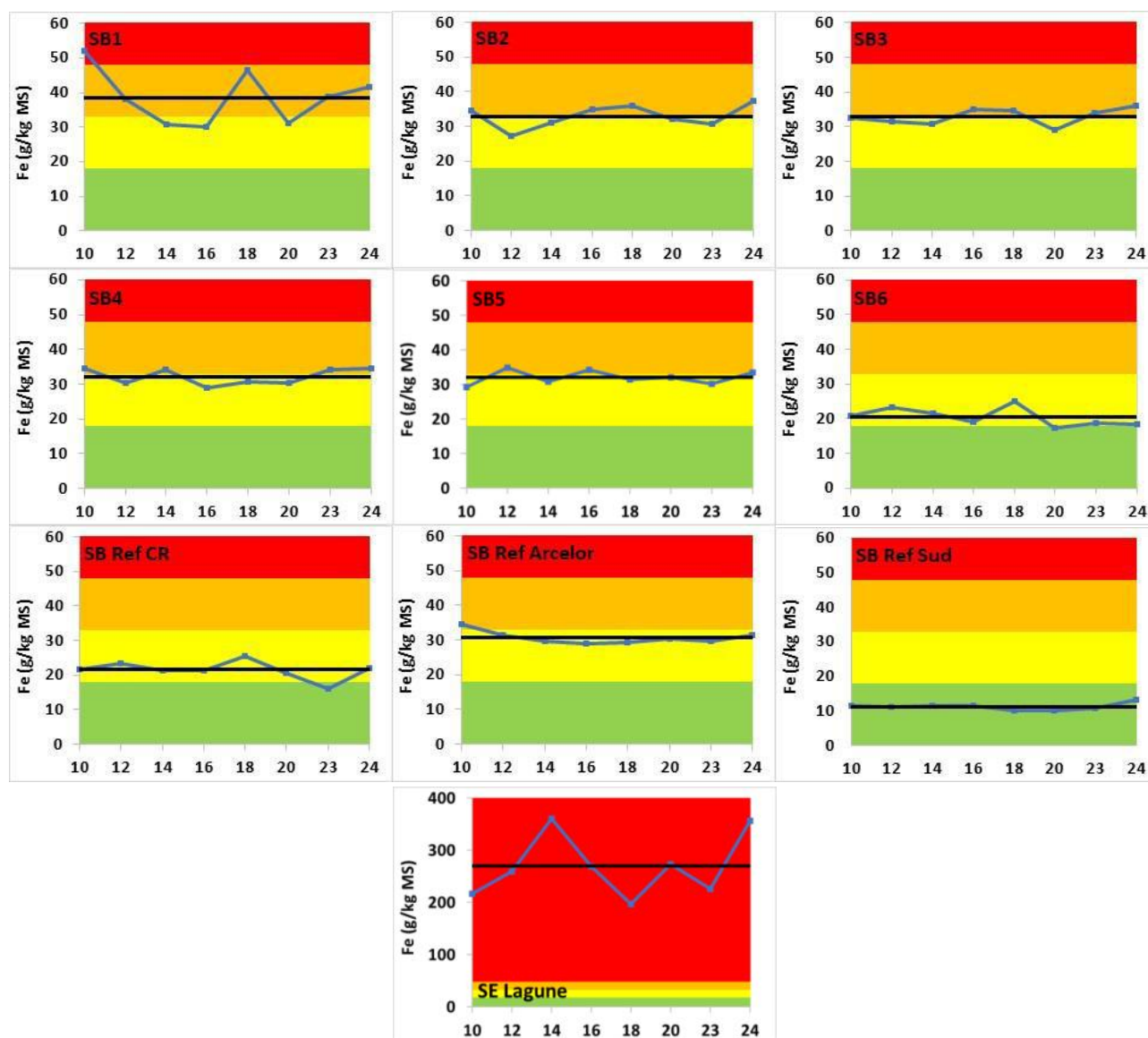


Figure 65 : Evolution de la concentration en fer depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en fer par rapport au rejet (Figure suivante), on note que, comme pour les autres métaux sauf l'étain et le mercure, la station la plus proche du rejet (SB1) présente une teneur moyenne supérieure à celle des autres stations de la darse. Toutefois la différence n'est significative qu'avec SB6, SB CR, SB Sud et SE LA. La concentration la plus forte est systématiquement mesurée sur SE LA, la différence avec les autres stations est significative.

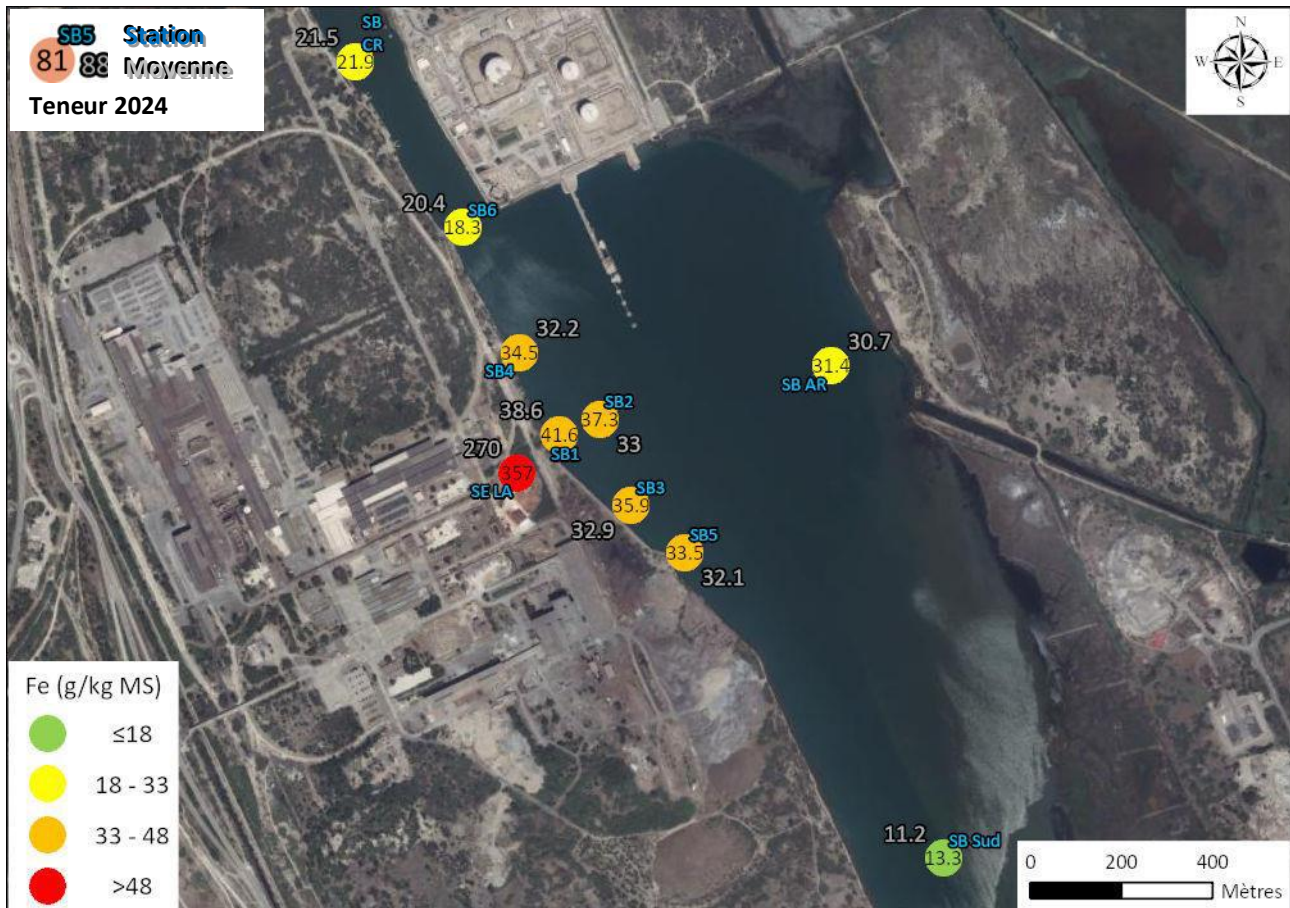


Figure 66 : Localisation des stations, teneurs en fer mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en fer, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression avec le COT explique le plus de variabilité ($R^2=0,896$) en comparaison avec celle réalisée avec les pélites ($R^2=0,766$) et celle prenant en compte le COT et les pélites ($R^2=0,89$).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Les points de SB1 sont situés dans la partie haute du nuage de point mais ne se détachent pas nettement.

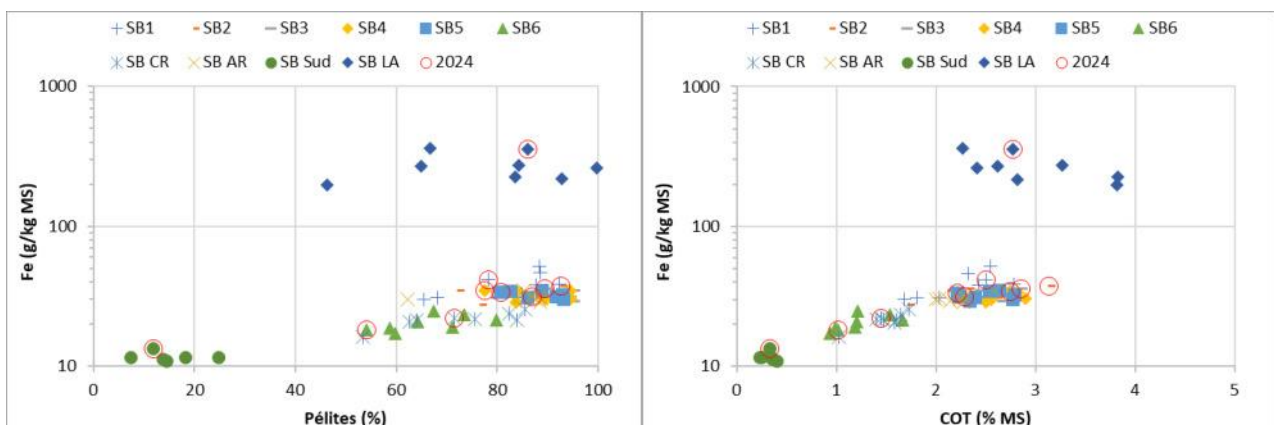


Figure 67 : Fer en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentrations normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression avec le COT. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations de la darse sont significativement différentes (tests de Welch puis de Games-Howell), avec SB1 qui diffère de SB4 SB CR et SE LA. SE LA se démarque nettement de toutes les stations.

Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, aucune tendance n'est détectée.

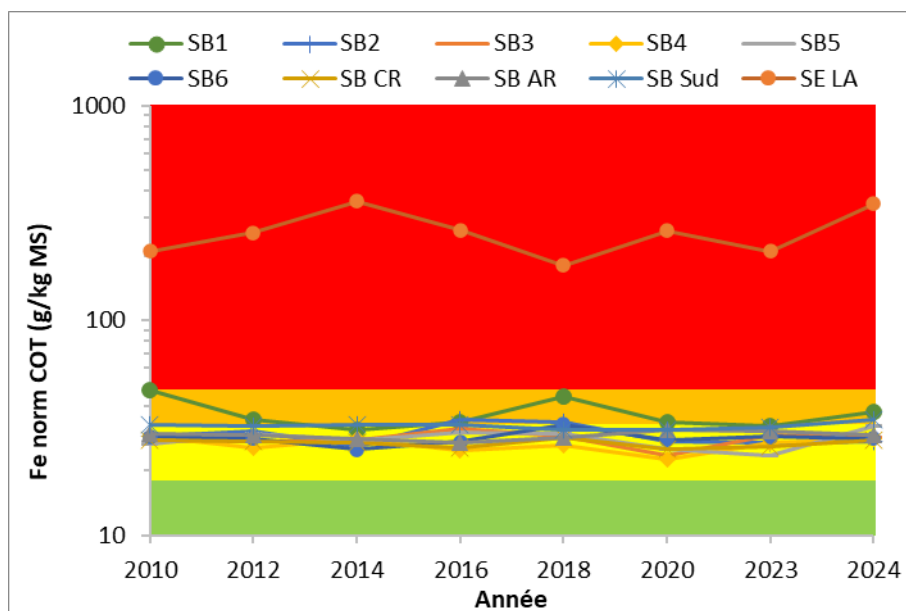


Figure 68 : Concentrations normalisées en fer par le COT et les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en fer sont faibles sur SB Sud, modérées sur toutes les autres stations de la darse sauf SB1 qui est à un niveau moyennement fort et SE LA qui présente un niveau fort. Les teneurs moyennes normalisées par le COT confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et dans une moindre mesure sur SB1, dont les teneurs normalisées sont d'au moins presque 1,2 fois supérieures à celles des autres stations de la darse, tout en étant à un niveau considéré comme modérée. Il n'y a pas de tendance détectée des teneurs normalisées par le COT, y compris sur SB5 où une tendance à la hausse a été détectée pour d'autres métaux.

4.1.5.10 Manganèse

Les teneurs en manganèse mesurées en 2024 sont faibles sur SB Sud, modérés sur les autres stations de la darse et fortes sur SE LA. Comme pour les autres métaux, cette station présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que sur les autres lieux de prélèvement. Contrairement à la plupart des métaux, SB1 ne présente pas une teneur supérieure à celle des autres stations de la darse. Globalement les teneurs oscillent autour d'une valeur moyenne sans qu'il y ait une tendance visible.

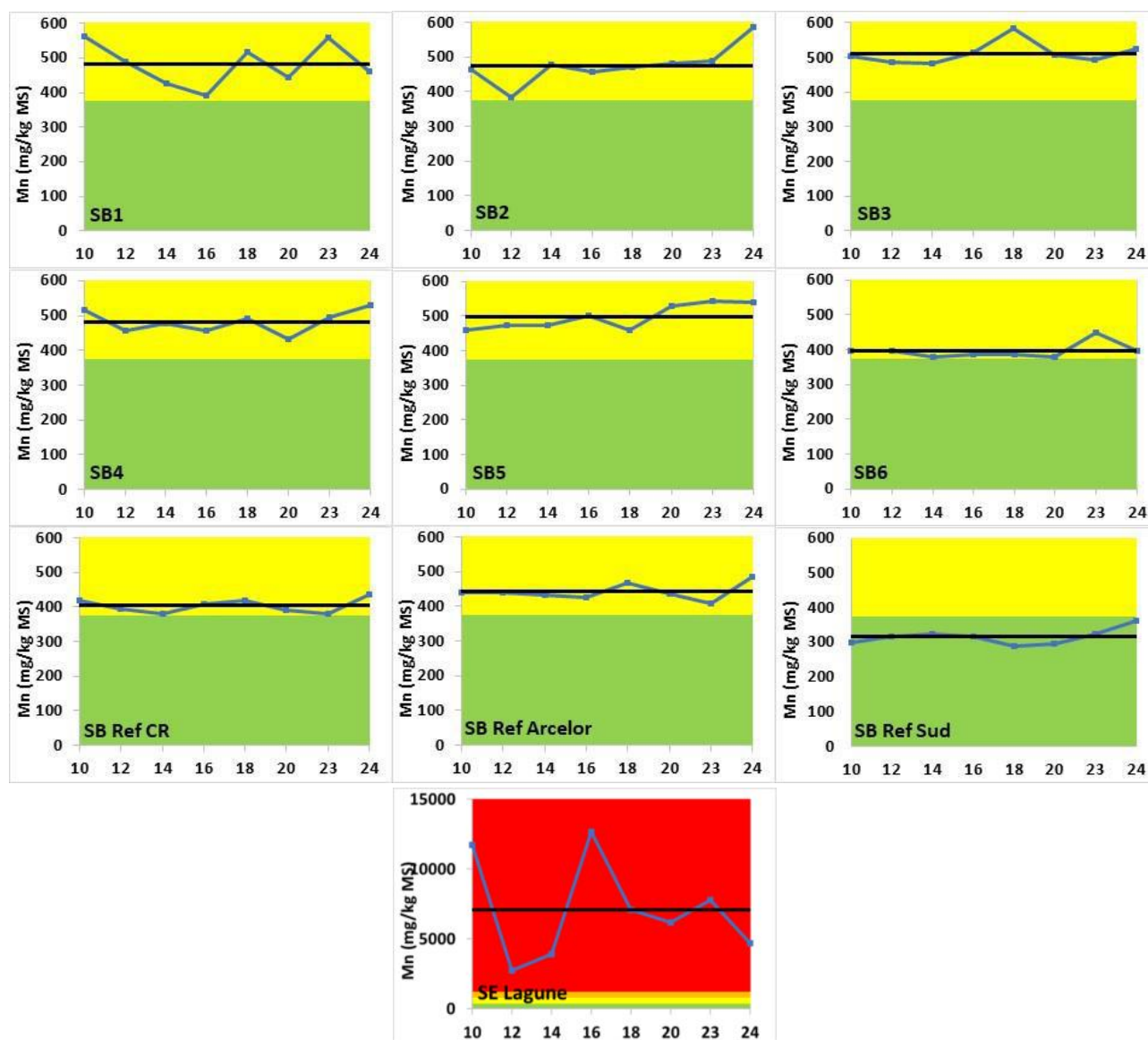


Figure 69 : Evolution de la concentration en fer depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en manganèse par rapport au rejet (Figure suivante), on note que contrairement aux autres métaux sauf l'étain et le mercure, la station la plus proche du rejet (SB1) ne présente pas la teneur moyenne la plus importante des stations de la darse. Celle-ci diffère de manière significative de celles des stations SB CR, SB Sud, SB 6 qui lui sont inférieures et de SE LA qui lui est supérieure.

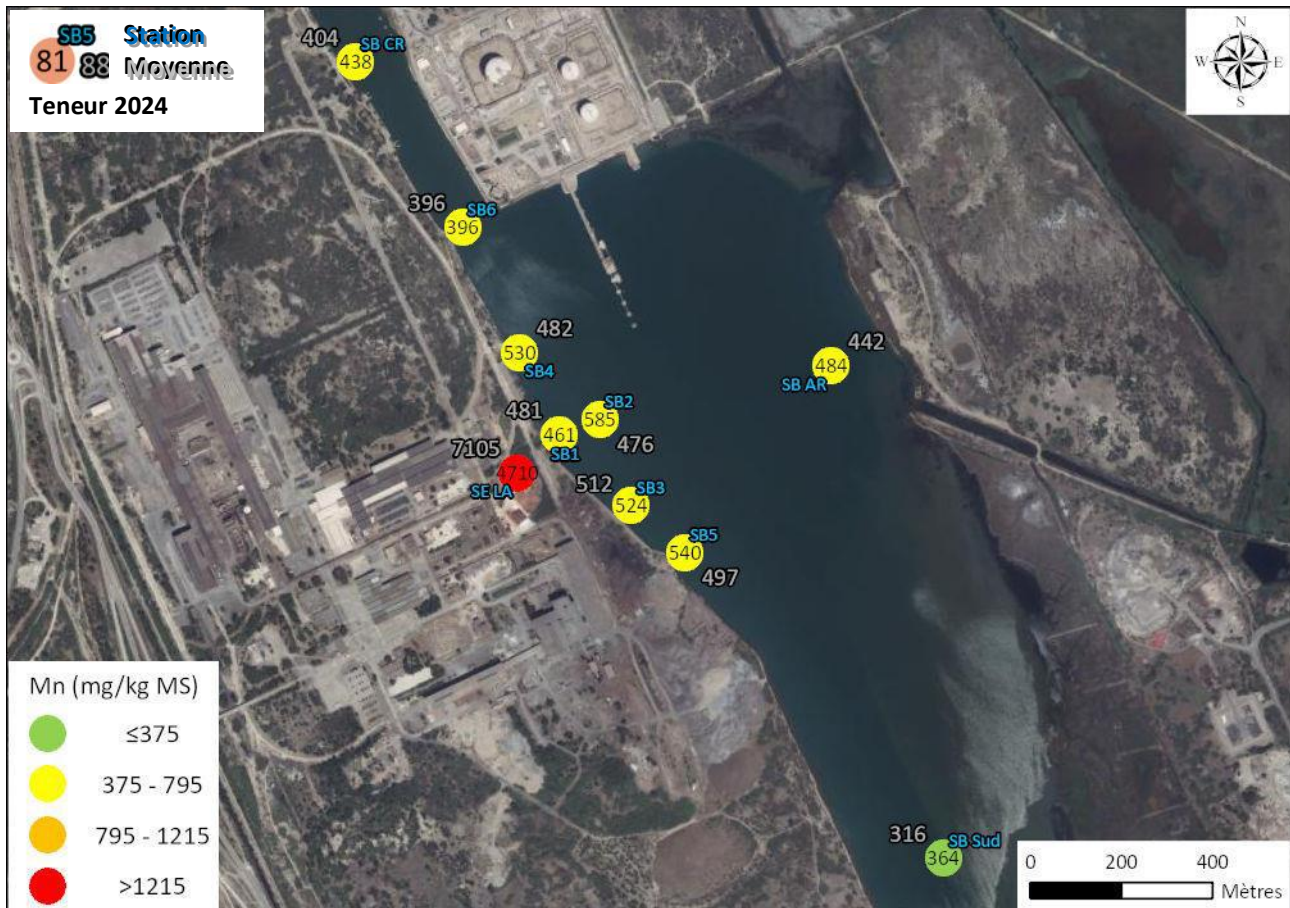


Figure 70 : Localisation des stations, teneurs en manganèse mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en manganèse, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression avec le COT explique le plus de variabilité ($R^2=0,83$) en comparaison avec celle réalisée avec les pélites ($R^2=0,66$) et celle prenant en compte le COT et les pélites ($R^2=0,81$).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Les points de SB1 ne se démarquent pas de ceux des autres stations.

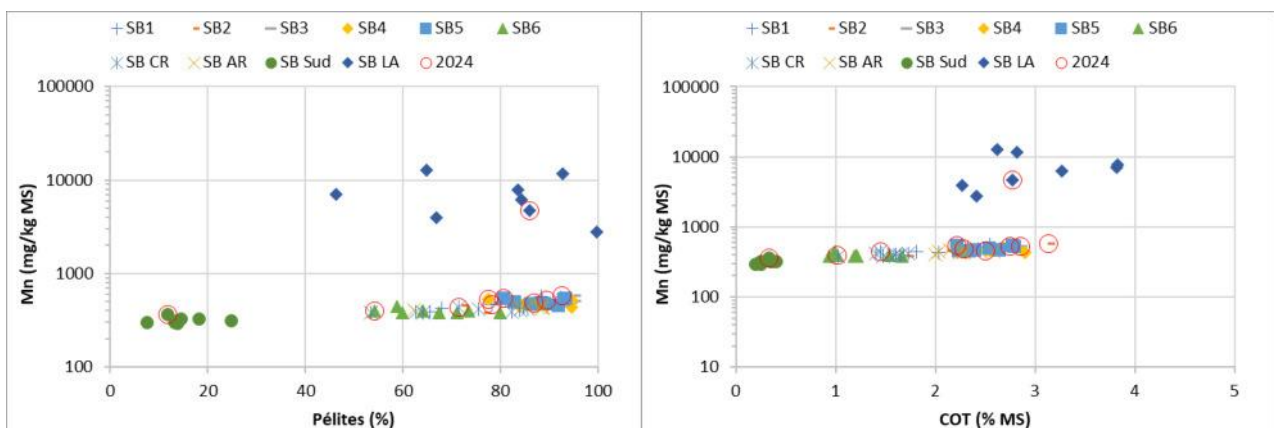


Figure 71 : Manganèse en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10

Pour le calcul des concentrations normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression avec le COT. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations de la darse ne sont pas significativement différentes (tests de Kruskal-Wallis puis de Dunn). SE LA se démarque nettement et significativement de toutes les stations. Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une légère tendance à la hausse est détectée sur SB2 et SB5.

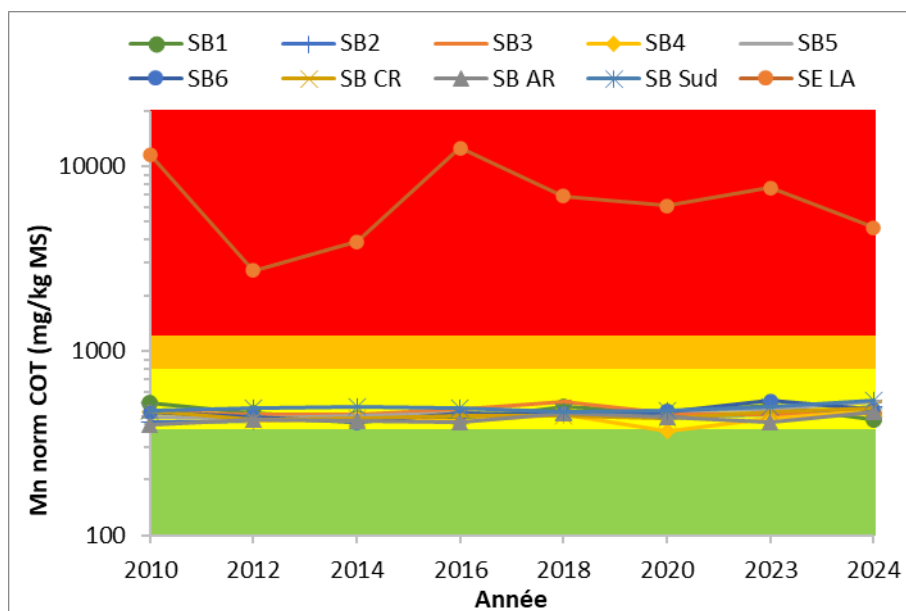


Figure 72 : Concentrations normalisées en manganèse par le COT et les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en manganèse sont faibles sur SB Sud, modérées sur toutes les autres stations de la darse et fortes sur SE LA. Les teneurs moyennes normalisées par le COT confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA. Contrairement à la plupart des autres métaux, les teneurs normalisées sur SB1 sont comparables avec celles des autres stations de la darse. Une légère tendance à la hausse est détectée sur SB2 et SB5 qui restent toutefois à des niveaux modérés en manganèse.

4.1.6 COMPOSES ORGANIQUES

4.1.6.1 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les teneurs en HAP mesurées en 2024 sont faibles sur toutes les stations de la darse sauf SB3 qui est à un niveau modéré SB Sud. SE La présente un pic maximal correspondant à un niveau moyennement fort.

Globalement sur toutes les campagnes de suivi pour lesquelles nous ayons des données, les teneurs sont inférieures à environ 1000 $\mu\text{g/kg MS}$ sur toutes les stations. SB Sud se démarque par ses très faibles teneurs $<50\mu\text{g/kg MS}$, à mettre en lien avec les faibles teneurs en pélites et COT des sédiments de cette station.

Sur SB5 et SE LA, la présence de pics, respectivement en 2020 et 2024, expliquent leur moyenne importante par rapport aux autres stations.

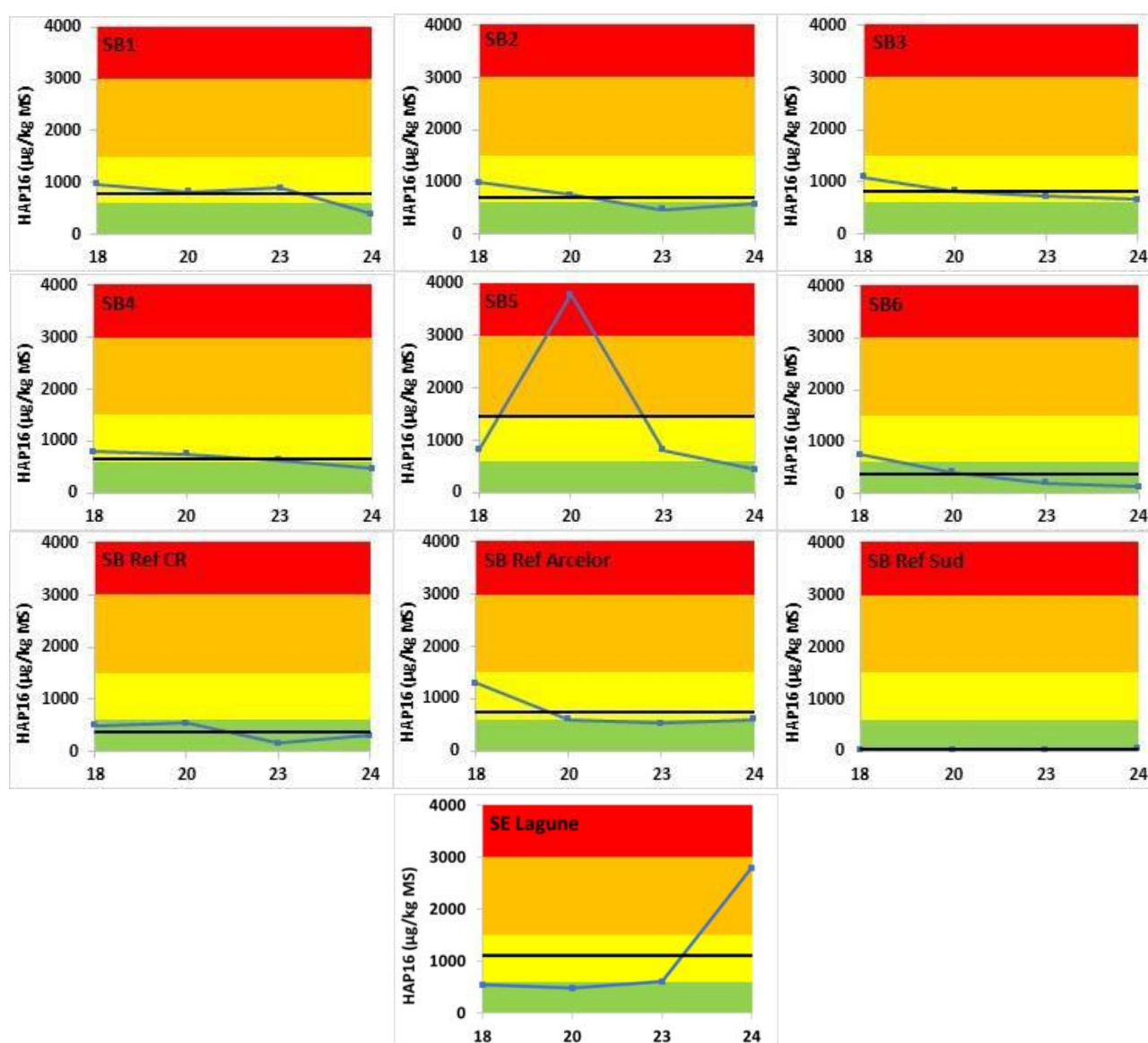


Figure 73 : Evolution de la concentration de la somme des 16 HAP depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en HAP par rapport au rejet (Figure suivante), on note que SB1 qui est située au plus proche du rejet présente des teneurs modérées à faibles, comparables à celles des stations SB2, SB3, SB5 (hors pic de 2020), SB AR et SE LA (hors pic de 2024).

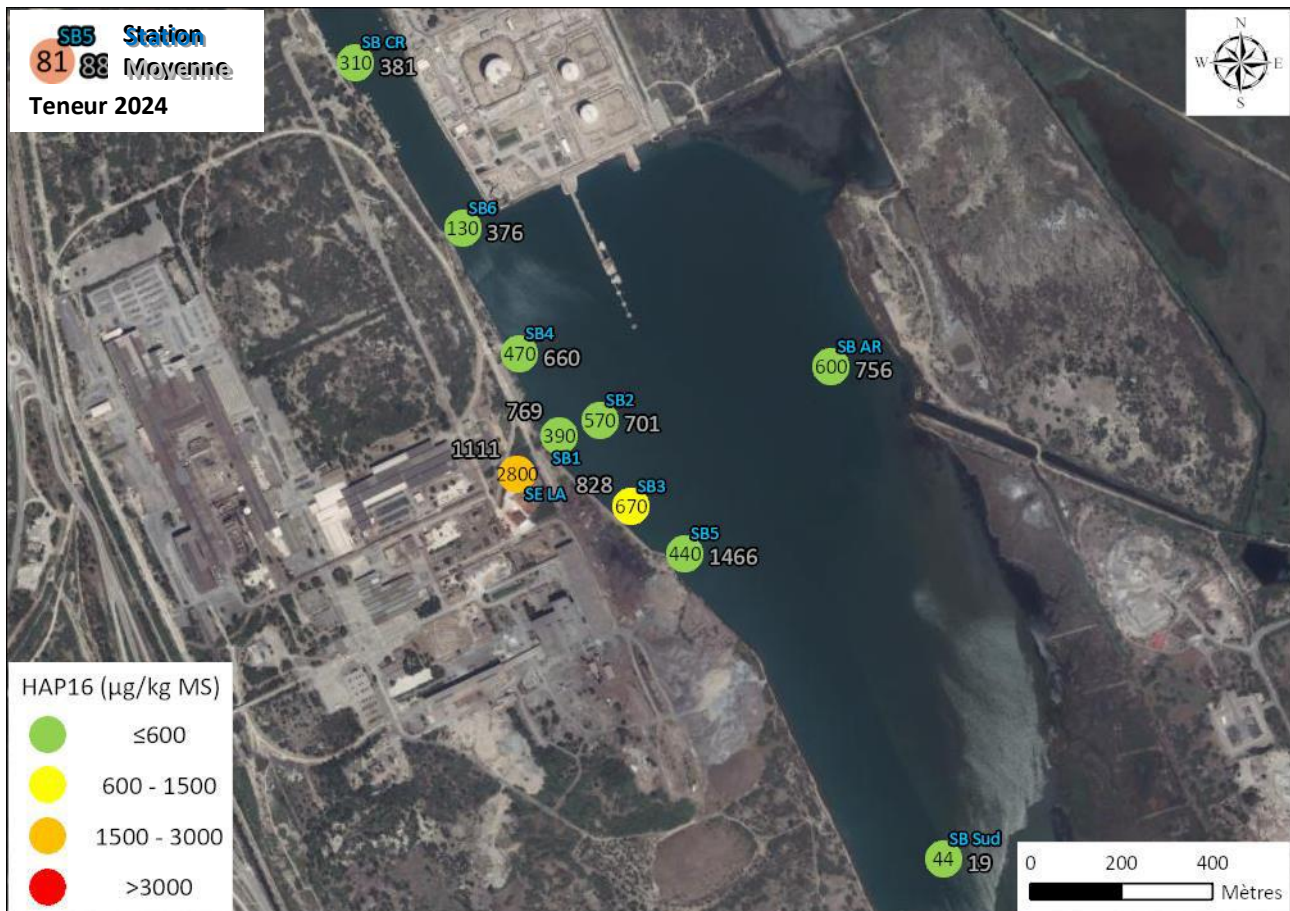


Figure 74 : Localisation des stations, teneurs de la somme des 16 HAP mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en HAP, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression avec les pélites explique le plus de variabilité ($R^2=0,74$) en comparaison avec celle réalisée avec le COT ($R^2=0,56$) et la régression multiple prenant en compte les pélites et le COT ($R^2=0,67$).

SE LA et SB5 se distinguent ponctuellement par des pics mesurés respectivement en 2024 et 2020 (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Les points correspondant à SB1 ne se détachent pas du reste du nuage.

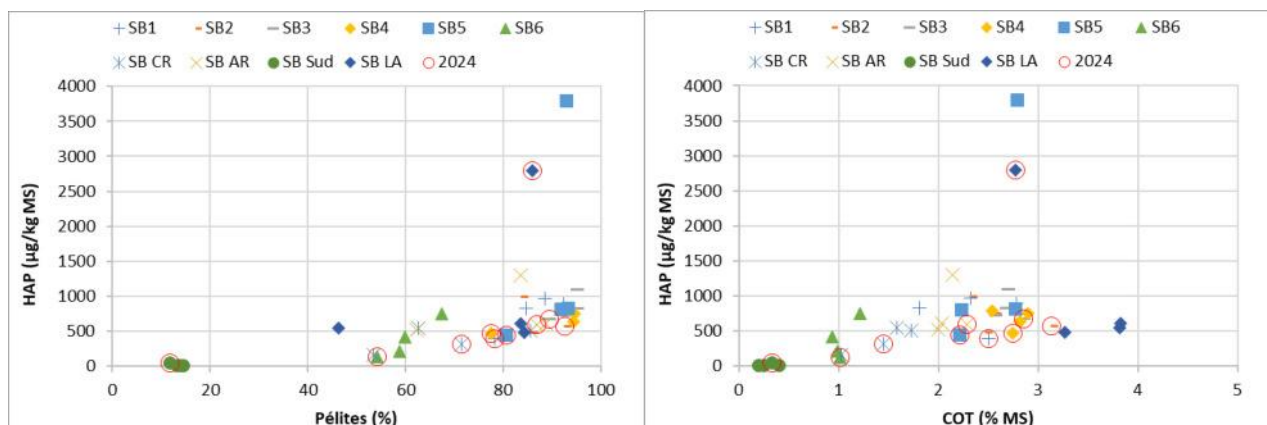


Figure 75 : HAP en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression avec les pelites. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations de la darse ne sont significativement différentes (tests ANOVA après transformation log10 des données). Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, aucune tendance n'est détectée.

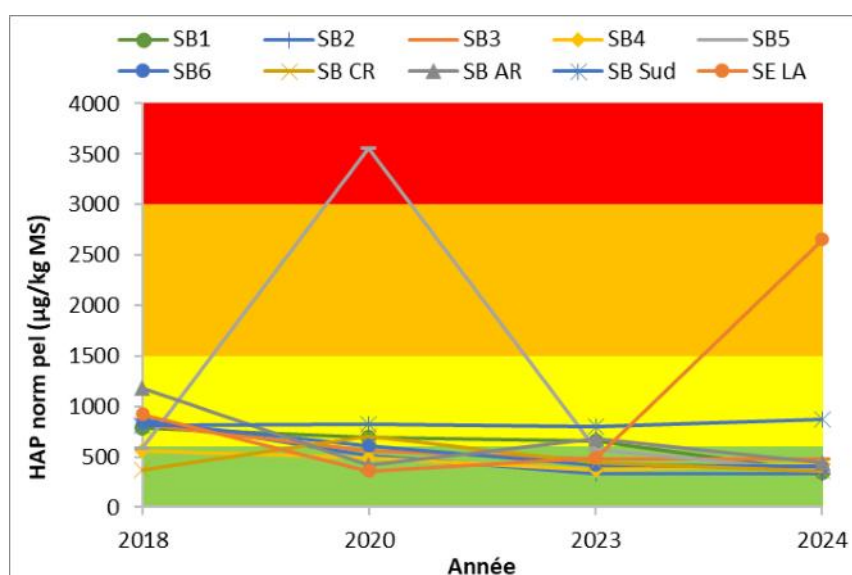


Figure 76 : Concentrations normalisées de la somme des 16 HAP par les pélites

Les concentrations en HAP normalisées par les pélites sont comparables entre les stations ce qui n'est pas le cas des teneurs non normalisées. Ainsi les différences observées à partir des teneurs non normalisées sont davantage dues au taux de pélites dans les différents échantillons plutôt qu'à une imprégnation différentielle des sédiments en HAP.

On note toutefois la présence de pics isolés sur SB5 en 2020 et SE LA en 2024 qui indiquent une contamination moyennement forte à forte. La station SB1 située au plus proche du rejet ne présente pas de signe d'une contamination en HAP.

Les profils en HAP montrent la typicité de SE LA avec la dominance du phénanthrène suivi du naphtalène, qui n'est pas retrouvée ailleurs. Les autres stations se regroupent en 3 groupes, avec :

- SB CR et AR qui ont des profils très proches.
- SB Sud et SB6, moins ressemblantes mais qui partagent une proportion importante en B(a)fluoranthène et en Chrysène ainsi que des taux faibles de phénanthrène.
- Le dernier groupe est formé des autres stations de la darse.

On ne retrouve pas la signature de forts taux en phénanthrène et naphtalène de SE LA sur les stations situées au droit du rejet. Ceci pourrait indiquer que le rejet n'est pas une source prépondérante d'HAP pour les sédiments de ces stations.

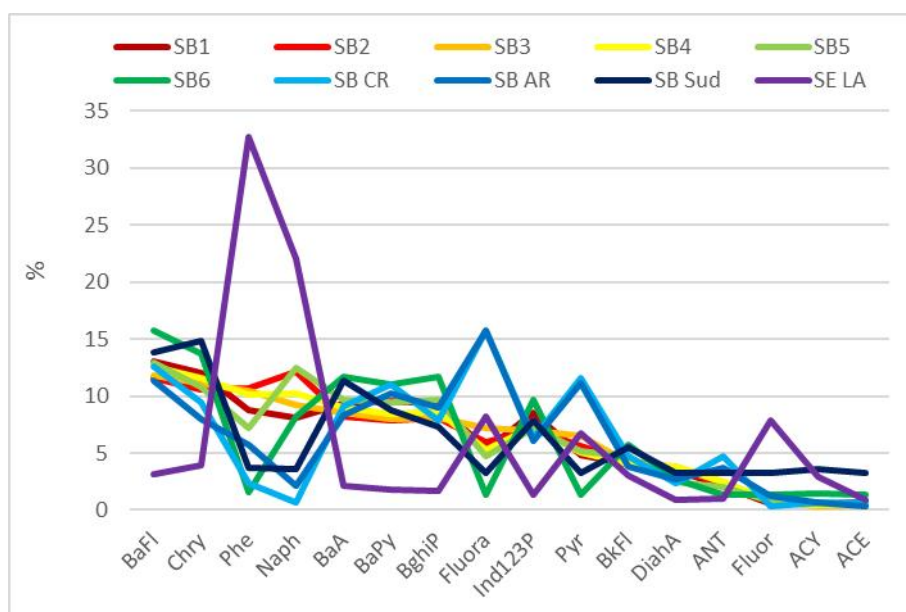


Figure 77 : Profil en HAP des échantillons analysés en 2024

4.1.6.2 Les Hydrocarbures Totaux

Les teneurs en hydrocarbures totaux mesurés en 2024 sont faibles sur SB Sud, SB6 et SB CR; moyennement fortes sur toutes les autres stations de la darse et très fortes sur SE LA.

Comme pour de nombreux autres paramètres, cette station présente systématiquement des teneurs nettement plus importantes que les autres lieux de prélèvement.

On retrouve comme pour la plupart des autres paramètres les teneurs les plus faibles sur SB Sud et les stations situées dans le canal d'Arles à Fos : SB6 et SB CR.

Sur la plupart des stations de la darse on observe une baisse des concentrations par rapport à 2010.

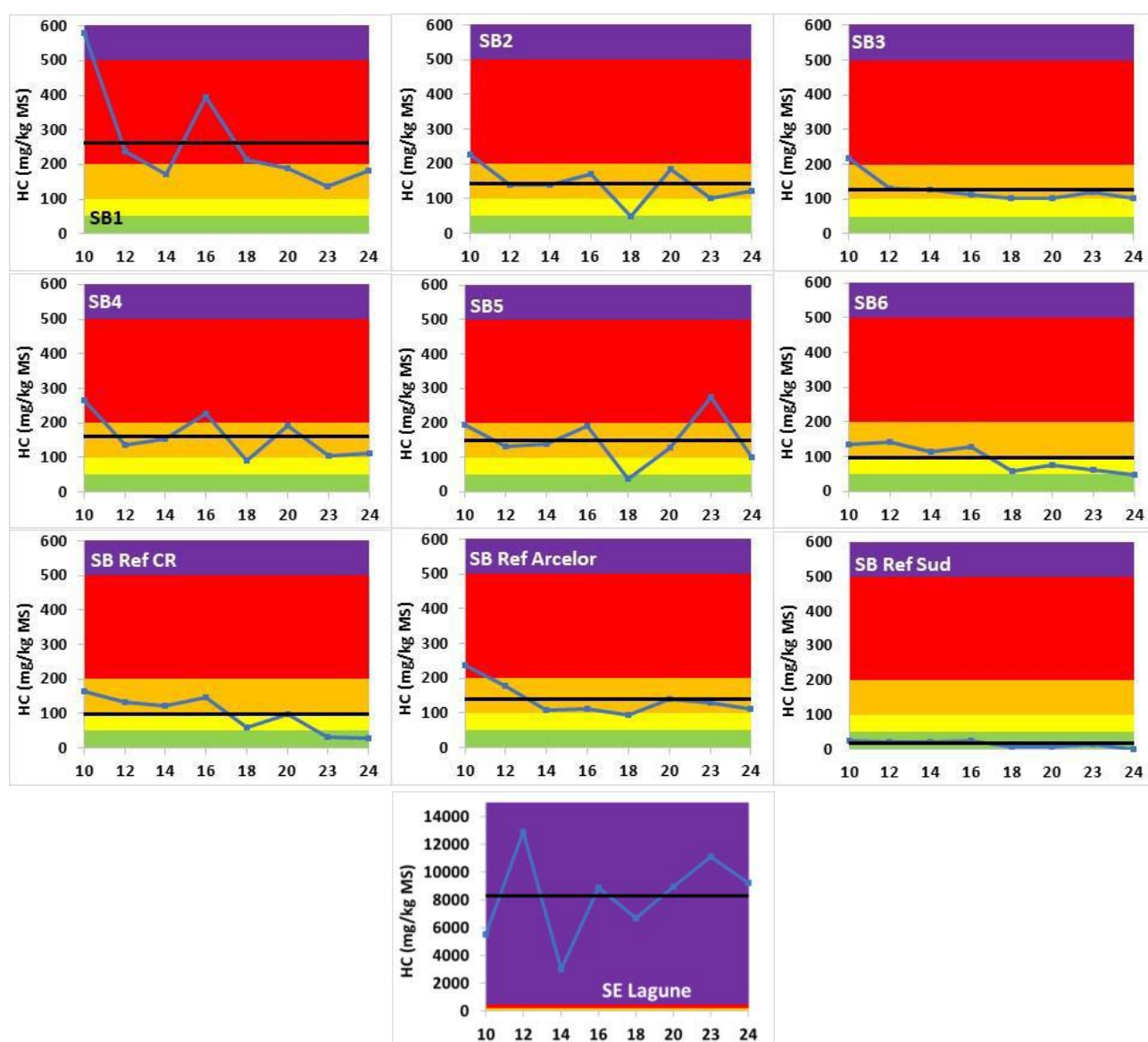


Figure 78 : Evolution de la concentration des hydrocarbures totaux depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en hydrocarbures par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) présente régulièrement des teneurs plus importantes que les autres stations de la darse.

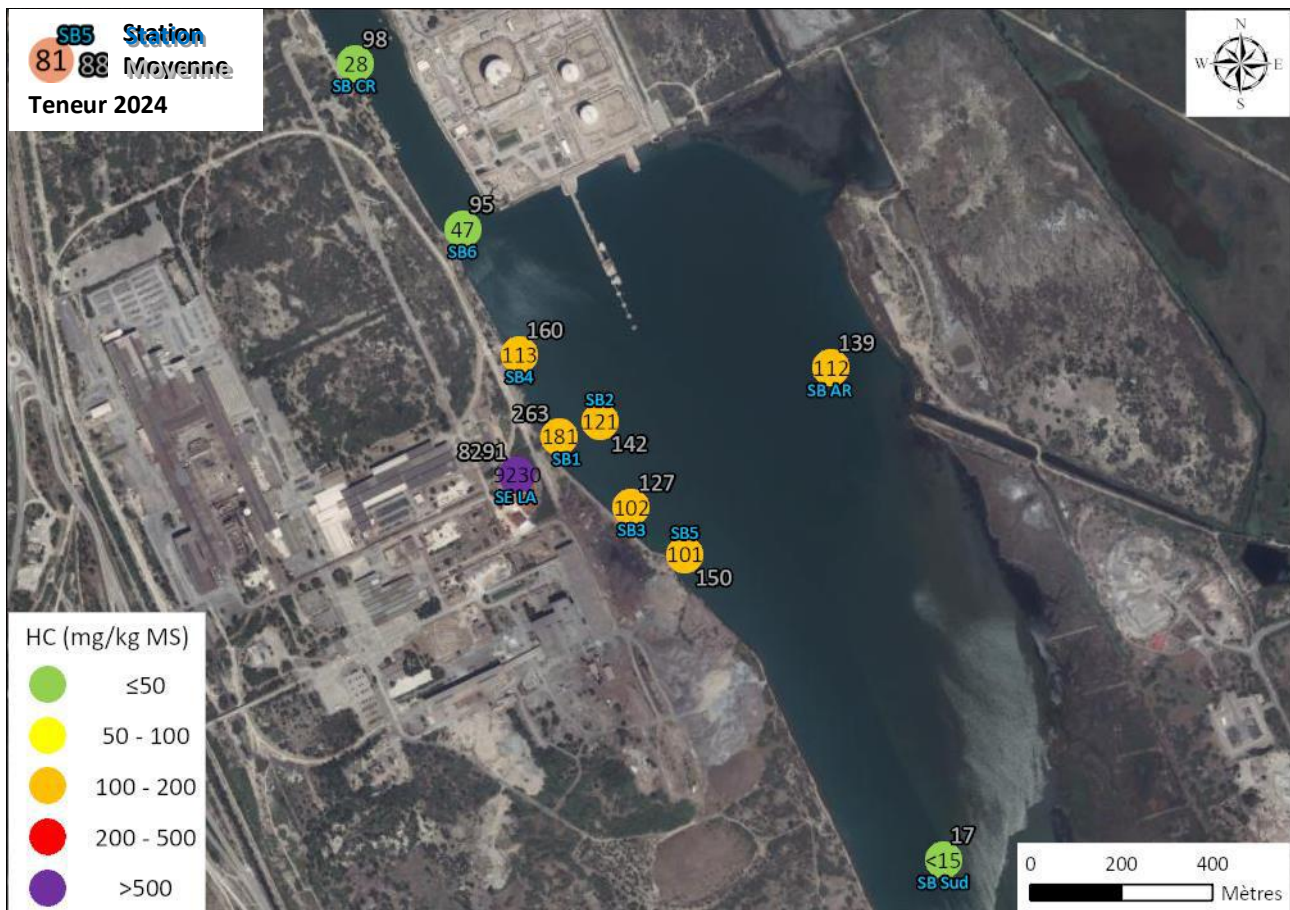


Figure 79 : Localisation des stations, teneurs des HC mesurées en 2024 et moyennes

Lorsqu'on s'intéresse au lien entre les concentrations en hydrocarbures totaux, les pélites et le COT, on observe une corrélation significative si on écarte les données aberrantes. La régression avec les pélites explique le plus de variabilité ($R^2=0,35$) en comparaison avec celle réalisée avec le COT ($R^2=0,34$) et la régression multiple prenant en compte les pélites et le COT ($R^2=0,33$).

SE LA se distingue systématiquement par des valeurs nettement plus hautes que le nuage de point formé par les résultats des autres stations (Figure suivante). Ceci témoigne d'une contamination anormalement haute compte tenu des niveaux en pélites et COT. Certains points de SB1 se démarquent également mais dans une moindre mesure, notamment les mesures réalisées en 2010 et 2016. Les données de 2024 sont situées dans le bas du nuage de points sauf pour SE LA.

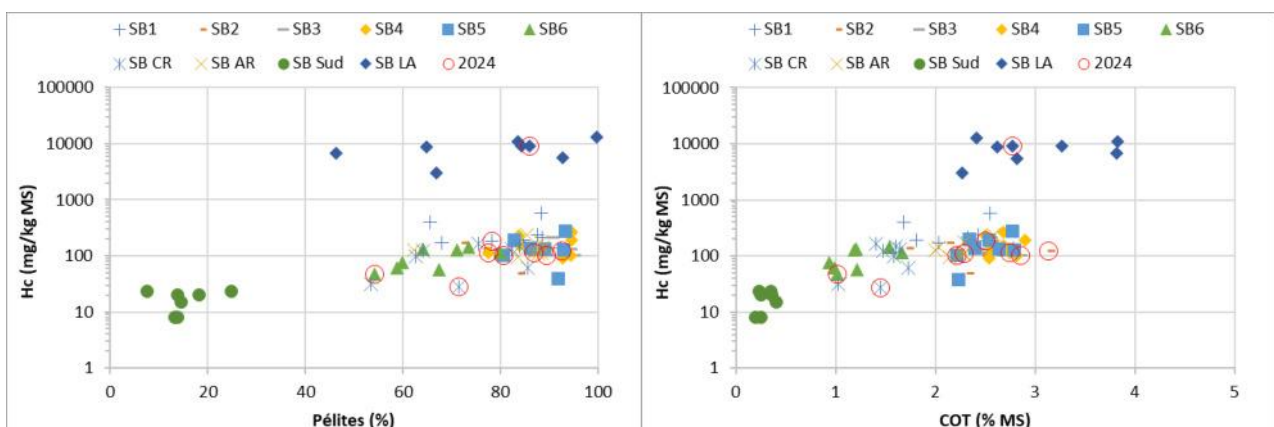


Figure 80 : Hydrocarbures totaux en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)

Pour le calcul des concentration normalisées, nous avons pris en compte les paramètres donnés par la régression avec les pelites. Les concentrations normalisées moyennes des différentes stations de la darse sont significativement différentes (tests Kruskal-Wallis puis de Dunn), avec SB1 qui diffère de SB3, SB6 et SB CR. SE LA se démarque nettement de toutes les stations. Concernant l'évolution des teneurs normalisées avec le temps, une tendance à la baisse est détectée sur SB3, SB 6 et SB CR.

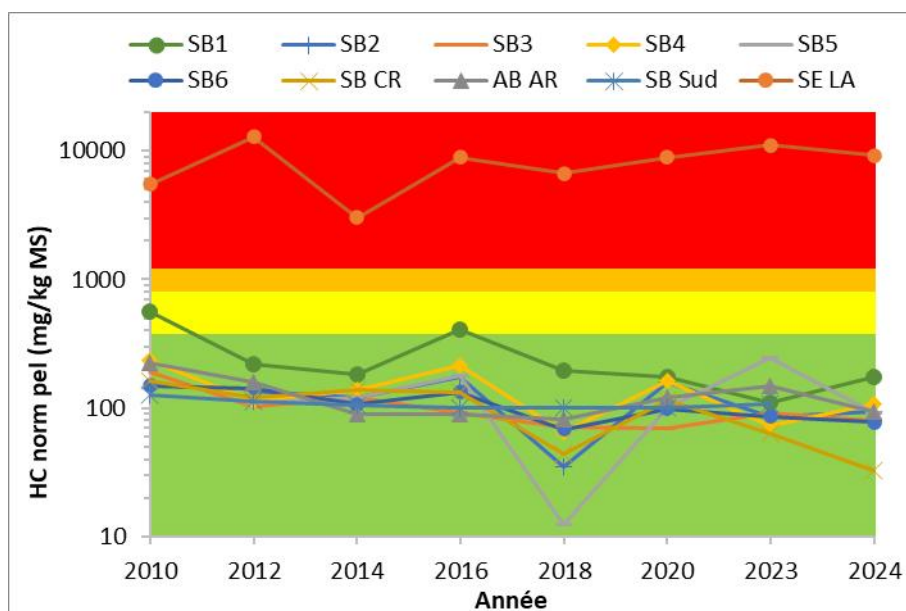


Figure 81 : Concentrations normalisées des hydrocarbures totaux par les pélites

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en hydrocarbures totaux sont faibles sur SB Sud, modérées sur SB6 et SB CR, moyennement fortes sur les autres stations de la darse et très fortes sur SE LA. Les teneurs moyennes normalisées par les pélites confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et que SB1 est en moyenne plus contaminée que certaines des autres stations de la darse. Une tendance à la baisse semble s'amorcer sur cette station mais elle n'est pas significative.

4.1.6.3 Les PCB

En 2024, comme depuis 2020, toutes les stations présentent des concentrations très faibles en PCB. La plupart sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire (1 µg/kg de MS) ou très proches de celle-ci. La station de la lagune présente une nouvelle fois la valeur la plus élevée avec 128 µg/kg de MS (somme de 7 PCB), la valeur était de 170 µg/kg MS en 2020 et de 198 µg/kg MS en 2023, ce qui correspond à une contamination importante.

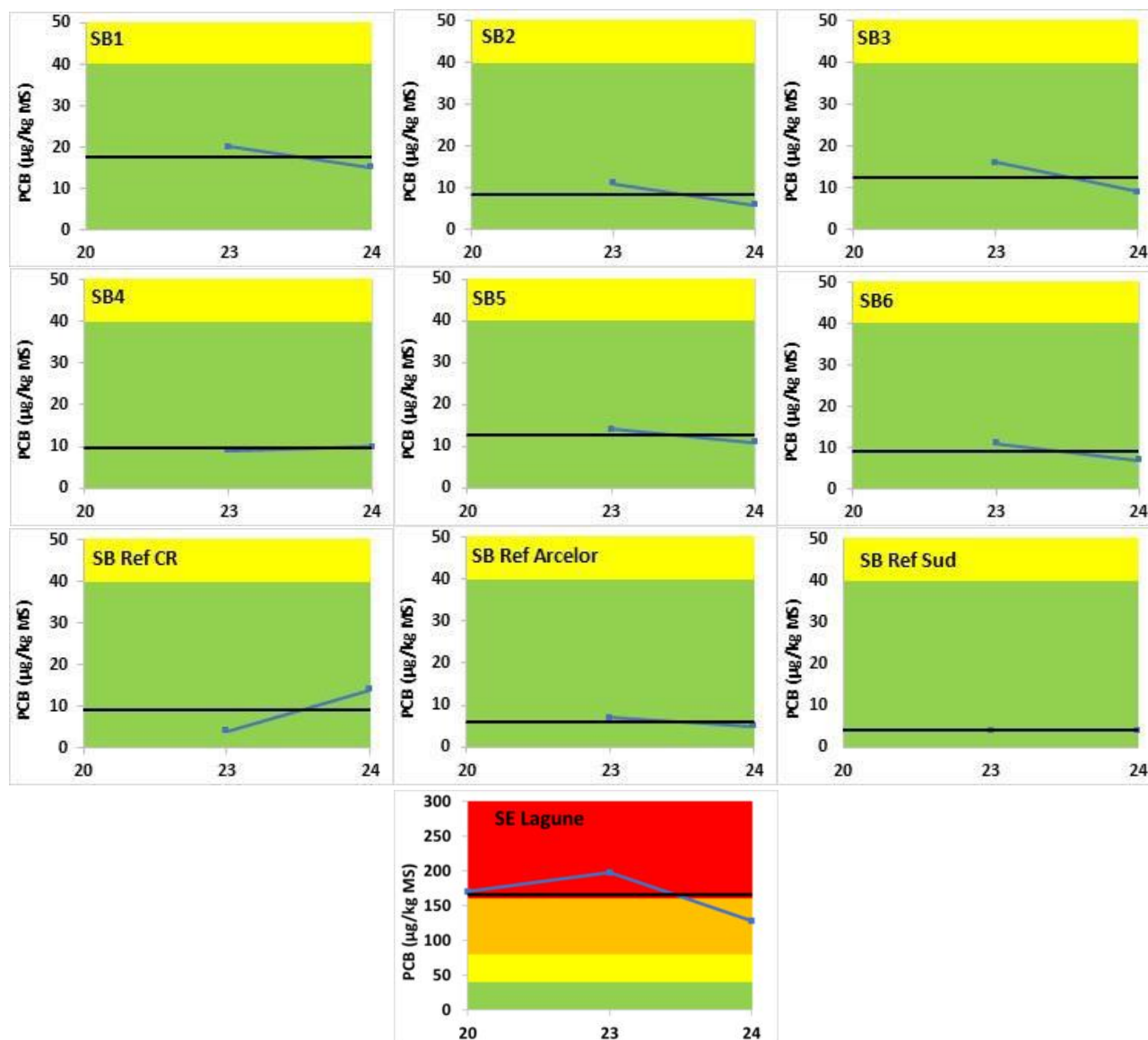
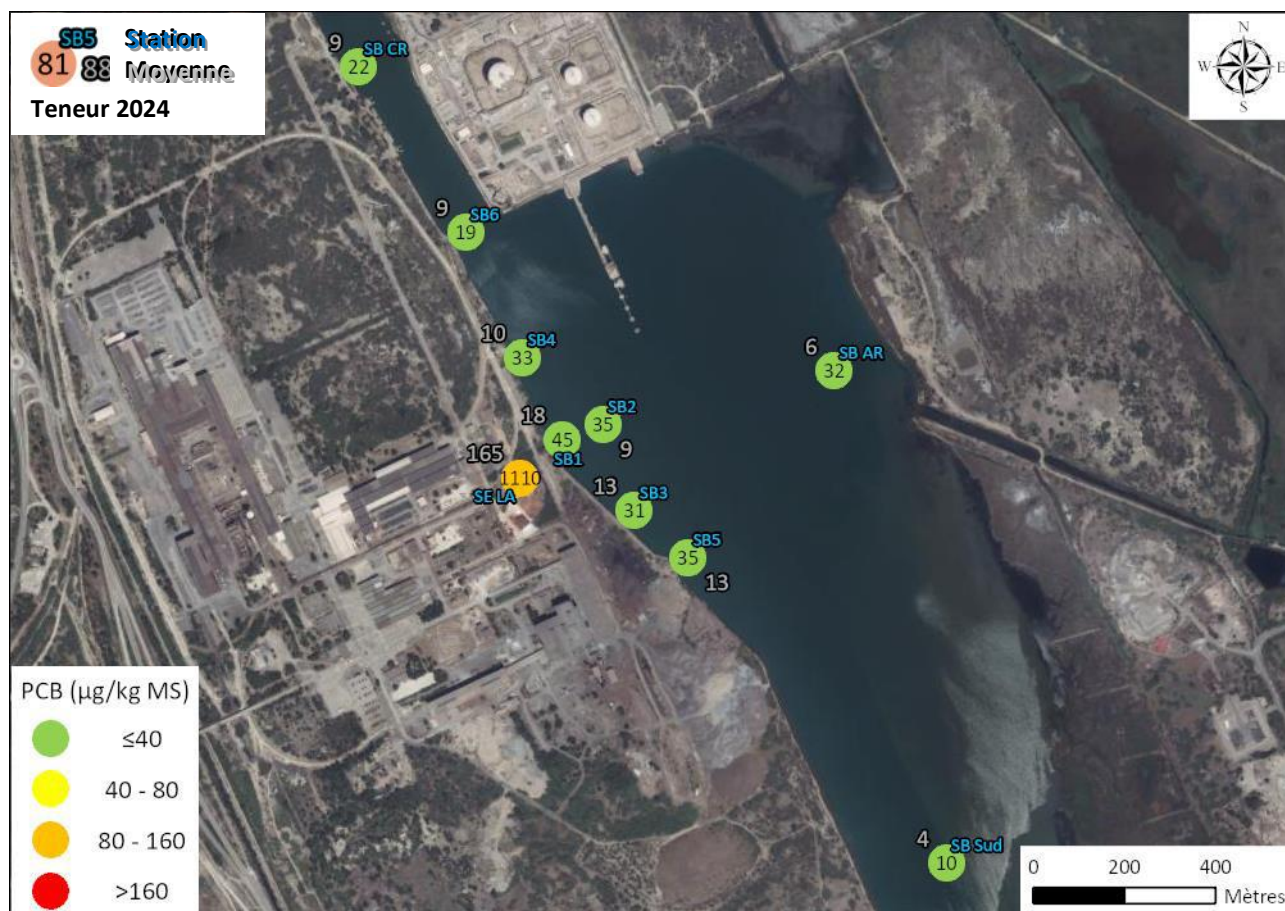


Figure 82 : Evolution de la concentration des PCB depuis le début du suivi

Lorsqu'on s'intéresse à la répartition spatiale des teneurs en hydrocarbures par rapport au rejet (Figure suivante), on note que la station la plus proche du rejet (SB1) présente des teneurs faibles mais légèrement supérieures à celles des autres stations de la darse. La différence avec les stations SB Sud, SB CR, SB3 et SB6 est significative (Test de Kruskal-Wallis et de Dunn).



N'ayant à disposition uniquement les résultats d'analyses complets de 2023 et 2024, nous n'avons pas étudié la relation entre les PCB et les co-facteurs, ni calculé les teneurs normalisées.

Les concentrations en PCB des stations de la darse sont faibles en 2024, 2023 et 2020. SB1, station située au droit du rejet ne se démarque pas nettement des autres au contraire de SE LA qui présente des teneurs importantes en PCB.

4.1.7 SYNTHÈSE SUR LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS

Le tableau suivant rassemble les résultats obtenus en 2024.

Tableau 8 : Résultats 2024 des analyses de sédiments et niveaux de concentration

Paramètre	Unité	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB CR	SB AR	SB Sud	SE LA
Pélites et aluminium											
Pélites	-	71,1	84,2	81,2	70,9	73,0	48,9	64,5	79,5	10,4	62,4
Aluminium	mg/kg MS	11,1	12,9	13,7	13,8	13,8	8,6	10,5	13,3	6,3	3,3
Matière organique et nutriments											
Matière organique	% MS	5,6	6,2	7,3	8,2	5,3	2,1	4,4	6,5	1,2	9,8
Carbone Organique Total	% MS	2,5	3,13	2,85	2,75	2,21	1,02	1,45	2,29	0,33	2,77
Azote Kjeldahl	g/kg MS	1,8	2,2	2,2	1,8	1,7	1	1,3	1,4	<0,5	0,9
Phosphore total	mg/kg MS	620	658	599	624	610	534	594	572	394	3890
Nitrate	mg/kg MS	78	<20	<20	<20	<20	<20	<20,0	<20	<20	<20
Nitrite	mg/kg MS	37	<20	<20	54	<20	32	<20	<20	<20	<62,7
Métaux											
Cadmium	mg/kg MS	<0,4	<0,4	<0,41	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,43
Chrome	mg/kg MS	84,7	38,4	34,4	36,4	42,5	20,5	23,3	29,9	15,1	2750
Cuivre	mg/kg MS	40,5	29,1	26,2	28,4	27,9	14,8	17,5	24,9	<5,00	1050
Etain	mg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	63
Fer	mg/kg MS	41,6	37,3	35,9	34,5	33,5	18,3	21,9	31,4	13,3	357
Manganèse	mg/kg MS	461	585	524	530	540	396	438	484	364	4710
Mercuré	mg/kg MS	0,13	0,22	0,17	0,19	0,21	<0,1	0,11	0,14	<0,1	<0,1
Nickel	mg/kg MS	29	29	25,5	26,6	27,3	18,2	20,9	26,3	16	374
Plomb	mg/kg MS	45,2	35,0	30,5	33,3	35,2	18,6	22	31,5	10,1	111
Zinc	mg/kg MS	200	93,7	90,1	99,1	170	61,1	72	92,1	35,8	641
HAP et hydrocarbures totaux											
Acénaphthène	µg/kg MS	<2,1	4	3	<2	<2,1	<2	<2	<2,2	<2	24
Acénaphthylène	µg/kg MS	<2,4	<2,2	<2,5	<2,2	<2,3	<2,1	<2,2	4	<2,2	81
Anthracène	µg/kg MS	8	13	17	12	9	<2	15	22	<2	27
Benzo(a)anthracène	µg/kg MS	37	47	58	43	43	17	29	50	7	60
Benzo(a)pyrène	µg/kg MS	38	45	54	40	42	16	35	61	5	51
Benzo(b)fluoranthène	µg/kg MS	52	66	80	60	58	23	40	68	9	88
Benzo(ghi)pérylène	µg/kg MS	37	46	55	41	43	17	25	54	5	46
Benzo(k)fluoranthène	µg/kg MS	16	24	28	19	21	8	15	23	3	85
Chrysène	µg/kg MS	48	60	75	55	48	20	30	48	9	110
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg MS	14	21	26	18	11	4	7	16	<2	24
Fluorène	µg/kg MS	<2,1	5	5	4	4	<2	<1	7	<2	220
Fluoranthène	µg/kg MS	21	34	49	25	21	<2	50	94	<2	230
Indeno (1,2,3 - cd)pyrène	µg/kg MS	34	40	47	35	32	14	20	36	5	39
Naphtalène	µg/kg MS	32	69	62	49	56	12	<2,2	13	<2,2	620
Phénanthrène	µg/kg MS	35	61	71	48	32	<2,2	8	34	<2,3	920
Pyrène	µg/kg MS	19	32	44	24	23	<2	37	67	<2	190
HAP 16	µg/kg MS	390	570	670	470	440	130	310	600	44	2800
Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	181	121	102	113	101	46,8	27,6	112	<15,0	9230
PCB											
PCB 28	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1,1	<1	17
PCB 52	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1,1	<1	8
PCB 101	µg/kg MS	1	<1	<1	1	2	<1	2	<1,2	<1	11
PCB 118	µg/kg MS	<1	<1	1	<1	1	<1	3	<1,3	<1	6
PCB 138	µg/kg MS	4	2	2	3	2	2	3	<1,3	<1	30
PCB 153	µg/kg MS	4	2	3	3	3	2	3	2	<1	30
PCB 180	µg/kg MS	4	1	2	2	2	1	2	<1,3	<1	26
Somme PCB	µg/kg MS	15	6	9	10	11	7	14	5	4	128

(: Faible - : Modéré - : Moyennement fort - : Fort) - ps = Poids Sec

La **granulométrie** des sédiments semble être influencée par la profondeur des stations. Les résultats ne montrent pas d'accumulation de pélites au droit du rejet et sur les stations périphériques pouvant témoigner d'une influence du rejet sur la teneur en pélites. On peut classer les stations en 4 groupes avec :

- SB Ref Sud qui est composée majoritairement de sables,
- SB1 à 5, SB CR et SB AR dont les sédiments sont vaseux,
- SB6 qui présente une proportion majoritaire en pélites mais dans une moindre mesure que le groupe précédent de station.
- SE LA qui est située sur le site industriel au niveau d'une lagune artificielle servant à décanter les particules charriées par les eaux douces de l'installation avant leur rejet dans la darse 1. Cette station présente une granulométrie comparable au deuxième groupe mais l'aspect des sédiments (teinte noire) et sa teneur faible en **aluminium** suggèrent que les particules fines composant les sédiments prélevés à cette station ont une origine différente de ceux prélevés dans la darse. Il est probable que sur SE LA, les particules soient en grande partie d'origine biologique. En effet on observe autour de la lagune une végétation dense qui peut être une source abondante de débris végétaux se décomposant dans la lagune.

Concernant la matière organique (MO) et les nutriments, les teneurs en **MO** et **Phosphore total** sont systématiquement anormalement élevées sur la station SE Lagune qui est située sur le site industriel en amont du rejet. C'est moins le cas pour le **COT** et l'**azote Kjeldahl** qui montrent selon les campagnes des teneurs parfois normales et parfois très nettement supérieures à ce qui est mesuré dans la darse. Cette contamination en Mo et nutriments n'est pas étonnante puisque la lagune dans laquelle ont été prélevés les sédiments sert à décanter les particules charriées par les eaux douces de l'installation avant leur rejet dans la darse.

Concernant les stations de la darse, on retrouve systématiquement les concentrations les plus faibles sur SB Ref Sud. Puis viennent les stations situées dans le canal d'Arles à Fos, SB Canal du Rhône et SB6. Enfin, les teneurs les plus importantes, en dehors de SE Lagune, sont mesurées sur les autres stations (SB1 à 5, SB AR). De manière générale, on peut expliquer ces différences par le taux de pélites et de COT. On observe toutefois, sur SB1, station la plus proche du rejet, deux légers pics traduisant une contamination anormale et ponctuelle en 2010 et 2018.

Concernant l'évolution des teneurs selon les campagnes de suivi, on n'observe pas de signes d'accumulation de matière organique et nutriments pouvant traduire un effet du rejet.

Concernant les **métaux**, la station SE LA située en amont du rejet, sur le site industriel est la plus contaminée pour tous les métaux, avec des niveaux forts à très forts, confirmés par les teneurs normalisées par le COT et/ou les pélites. Sur cette station aucune tendance des teneurs normalisée n'est détectée. Cette contamination en métaux n'est pas étonnante puisque la lagune dans laquelle ont été prélevés les sédiments sert à décanter les particules charriées par les eaux douces de l'installation avant leur rejet dans la darse.

La station SB1 qui est située au plus proche et à l'aval du rejet, présente lorsqu'on considère les teneurs normalisées moyennes, une contamination modérée à moyennement forte selon les métaux. Elle est systématiquement en seconde position après SE LA, sauf pour le mercure, l'étain et le manganèse pour lesquels elle ne diffère pas des autres stations de la darse 1.

Les autres stations de la darse présentent des niveaux faibles à modérés. SB Sud est systématiquement la station la moins chargée en métaux en lien avec ses faibles teneurs en pélites et COT, elle est souvent suivie de SB6 qui présente des teneurs modérées en pélites et COT. On détecte une tendance à la hausse sur SB5 pour les teneurs normalisées en cuivre, chrome, plomb, zinc, nickel et manganèse qui restent à des niveaux faibles à modérés.

Au vu de ces résultats on ne peut écarter l'hypothèse d'une influence du rejet sur les teneurs en métaux (sauf le mercure, l'étain et le manganèse) des sédiments situés sur la station SB1, station se trouvant à l'aval et au droit du débouché du rejet dans la darse 1. On n'observe toutefois pas de tendance à la hausse sur cette station et la contamination moyenne n'atteint pas un niveau fort.

Les concentrations en **HAP** normalisées par les pélites sont comparables entre les stations ce qui n'est pas le cas des teneurs non normalisées. Ainsi les différences observées à partir des teneurs non normalisées sont davantage dues au taux de pélites dans les différents échantillons plutôt qu'à une imprégnation différentielle des sédiments en HAP.

On note toutefois la présence de pics isolés sur SB5 en 2020 et SE LA en 2024 qui indiquent une contamination moyennement forte à forte. **La station SB1 située au plus proche du rejet ne présente pas de signe d'une contamination en HAP.**

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en **hydrocarbures totaux** sont faibles sur SB Sud, modérées sur SB6 et SB CR, moyennement fortes sur les autres stations de la darse et très fortes sur SE LA. **Les teneurs moyennes normalisées par les pélites confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et que SB1 est en moyenne plus contaminée que certaines des autres stations de la darse. Une tendance à la baisse semble s'amorcer sur cette station mais elle n'est pas significative.**

Les concentrations en **PCB** des stations de la darse sont faibles en 2024, 2023 et 2020. **SB1, station située au droit du rejet ne se démarque pas nettement des autres points de prélèvement, au contraire de SE LA qui présente des teneurs importantes en PCB.**

4.2 QUALITÉ DE LA MATIÈRE VIVANTE

4.2.1 INDICES DE CONDITION

L'indice de condition de Lawrence & Scott varie en fonction des campagnes. Les résultats de 2024 sont supérieures à la moyenne et oscillent autour de la valeur de 150. On n'observe pas de différence notable des valeurs moyennes en fonction des stations.

Les stations situées au plus roches du rejet ne se démarquent pas des autres.

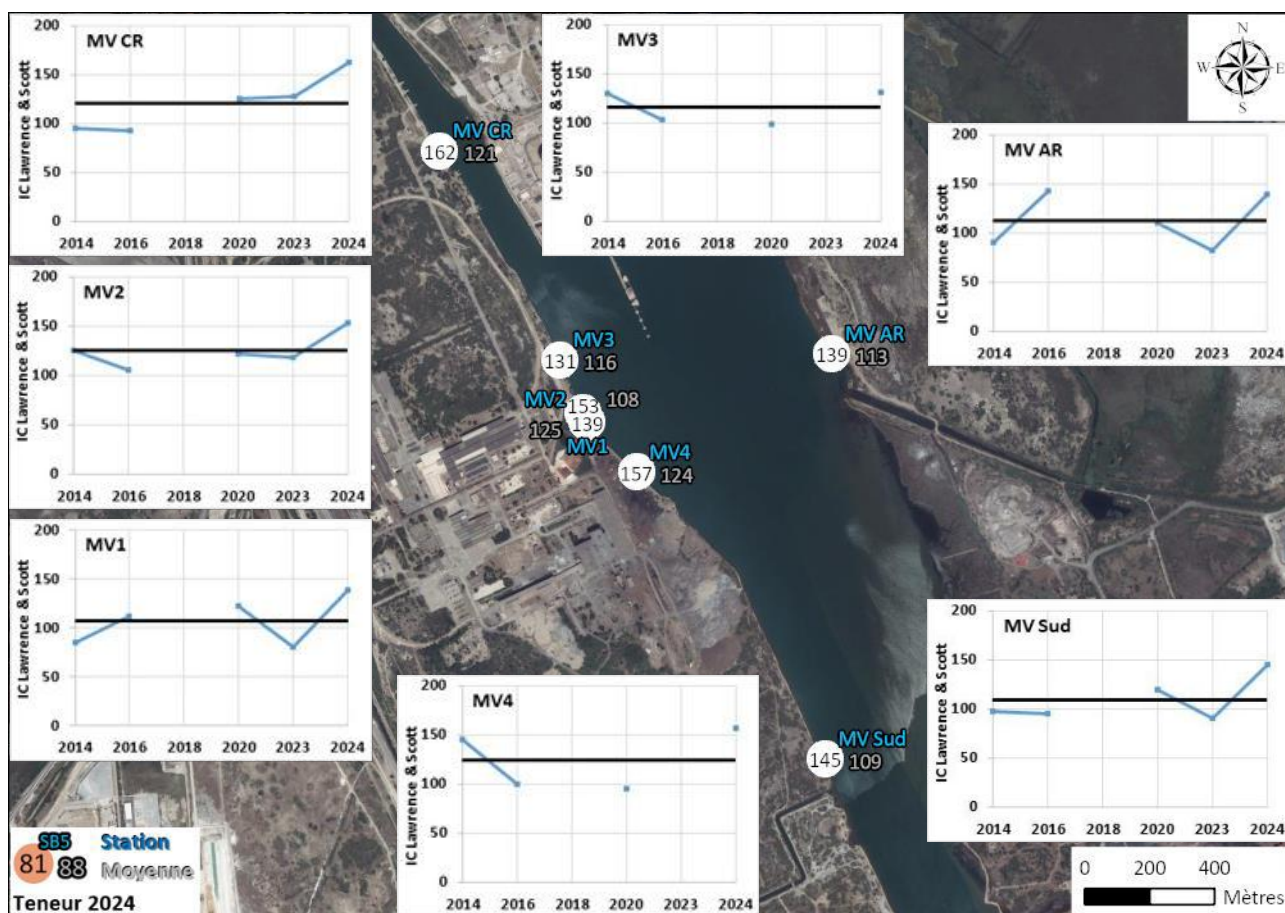


Figure 84 : Localisation des stations et évolution de l'indice de condition de Lawrence et Scott

On n'observe pas de différence flagrante des indices de condition LS sur les différentes stations en 2024 et depuis le début du suivi pouvant signaler des apports trophiques différents.

Notons que les données des campagnes précédentes ne permettent pas de calculer l'indice de condition selon la formule $IC = \text{Poids sec chair} / \text{poids sec coquille}$ qui est normalement utilisé pour ajuster les concentrations des différents contaminants. A défaut nous utiliserons l'indice de condition de Lawrence et Scott.

4.2.2 METAUX

4.2.2.1 Aluminium

En 2024, les teneurs en aluminium sont modérées sur toutes les stations avec la valeur maximale mesurée sur MV CR, point situé à plus de 900 m en amont du rejet. Les valeurs moyennes des différentes stations sont proches, à l'exception de MV Sud qui, à cause d'une teneur très forte mesurée en 2010, présente une moyenne nettement plus importante. Si on ne tient pas compte de cette valeur qui semble aberrante, la moyenne de MV Sud tombe à 300 mg/kg ps ce qui est comparable aux valeurs des autres stations (Test ANOVA après transformation racine des données).

Les points situés au plus proche du rejet (MV1 et MV2) ne se démarquent pas des autres. Les teneurs sont très variables d'une campagne à l'autre, aucune tendance nette n'est observée.

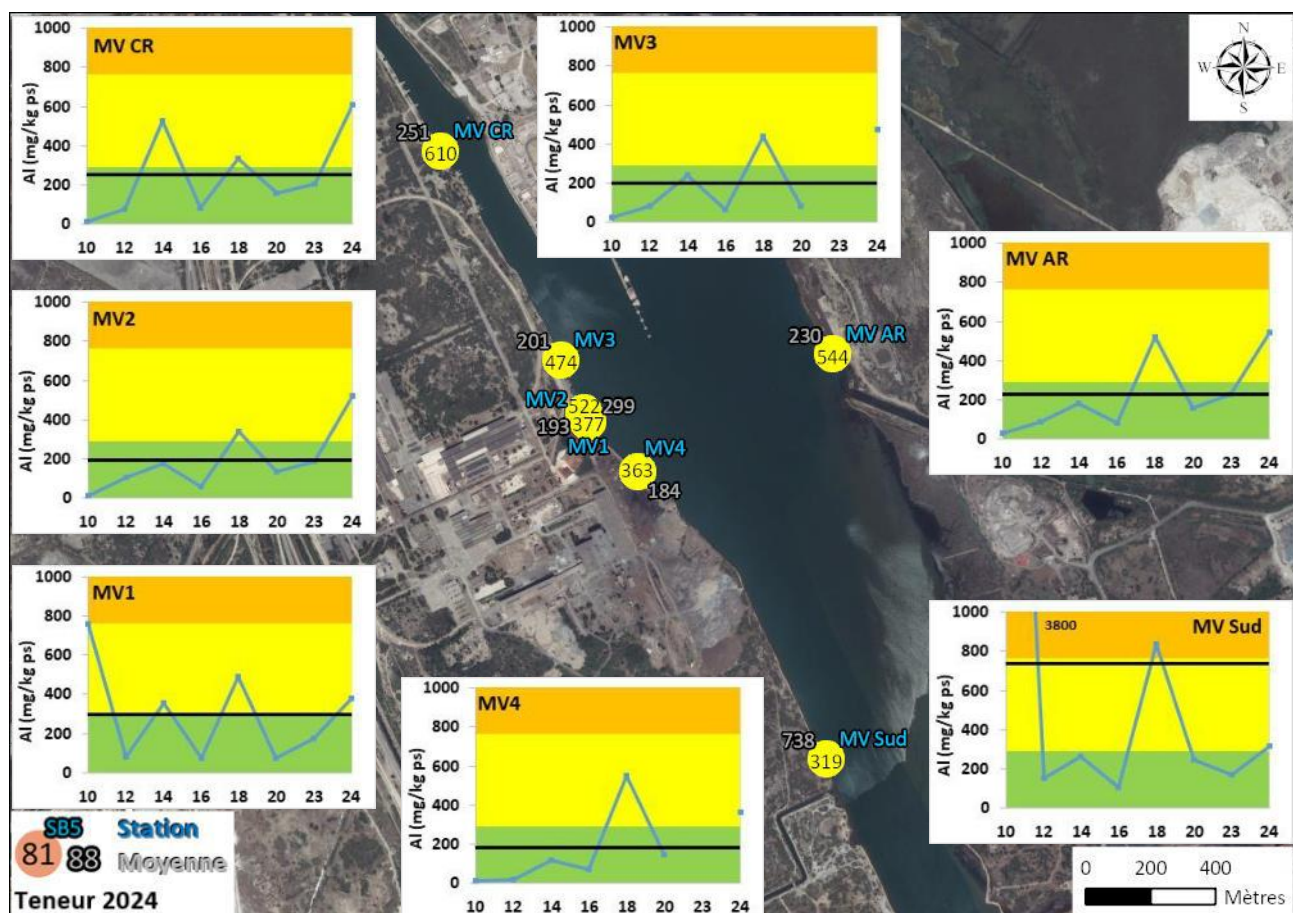


Figure 85 : Localisation des stations et évolution des teneurs en aluminium

L'aluminium et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

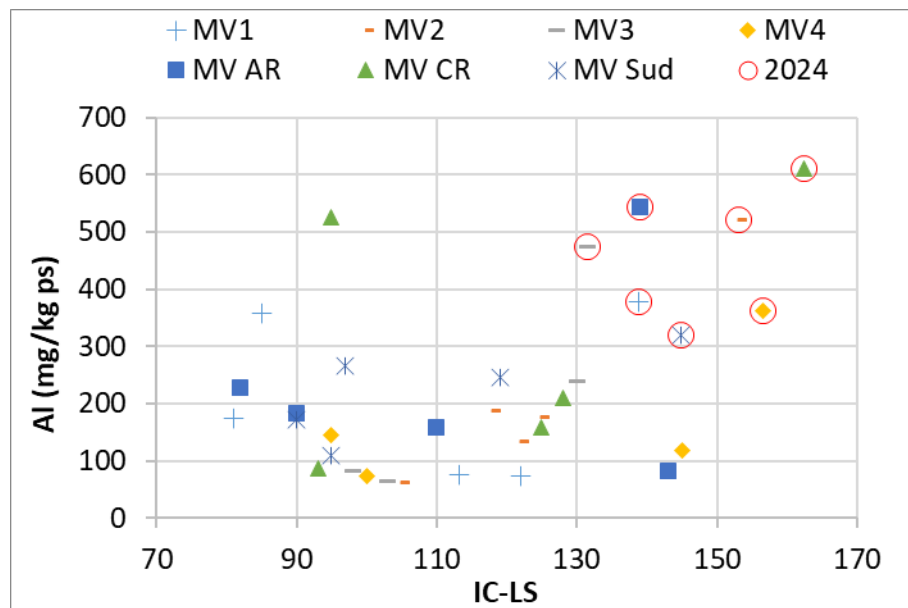


Figure 86 : Aluminium en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en aluminium sont modérées à faibles, sauf en 2010 sur MV Sud où une teneur très forte a été mesurée, celle-ci semble toutefois aberrante. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet.

4.2.2.2 Arsenic

En 2024, les teneurs en arsenic sont faibles sur toutes les stations avec la valeur maximale mesurée sur MV1 et MV2, situées au plus près du rejet. Toutefois, les valeurs moyennes des différentes stations sont proches, MV1 et MV2 ne se démarquent pas des autres points lorsqu'on considère les teneurs moyennes (Test ANOVA). Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre, elles sont toujours à un niveau faible et aucune tendance n'est détectée.

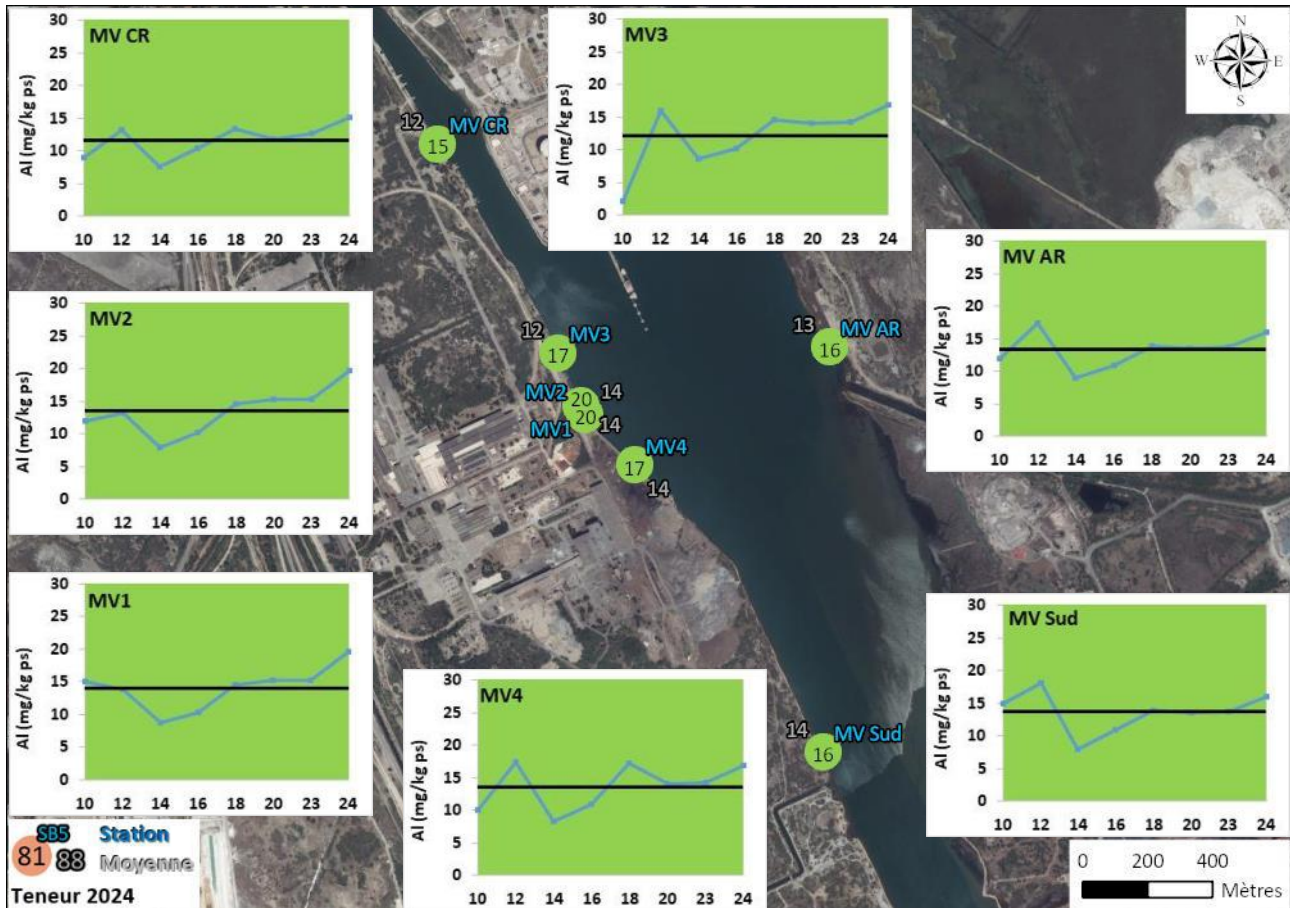


Figure 87 : Localisation des stations et évolution des teneurs en arsenic

L'arsenic et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

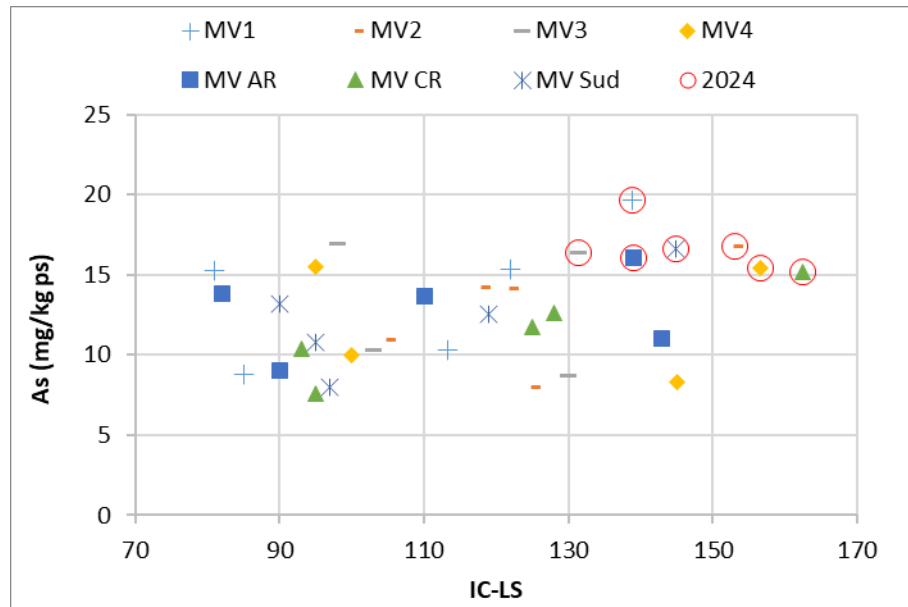


Figure 88 : Arsenic en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en arsenic sont faibles. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet.

4.2.2.3 Cadmium

En 2024, les teneurs en cadmium sont faibles sur toutes les stations avec la valeur maximale mesurée sur MV3, située à l'amont du rejet. Les valeurs moyennes des différentes stations sont proches, les points situés au plus proche du rejet (MV1 et MV2) ne se démarquent pas des autres stations (Test de Kruskal-Wallis).

Les concentrations sont variables d'une campagne à l'autre, elles sont toujours à un niveau faible et n'évoluent pas selon une tendance nette.

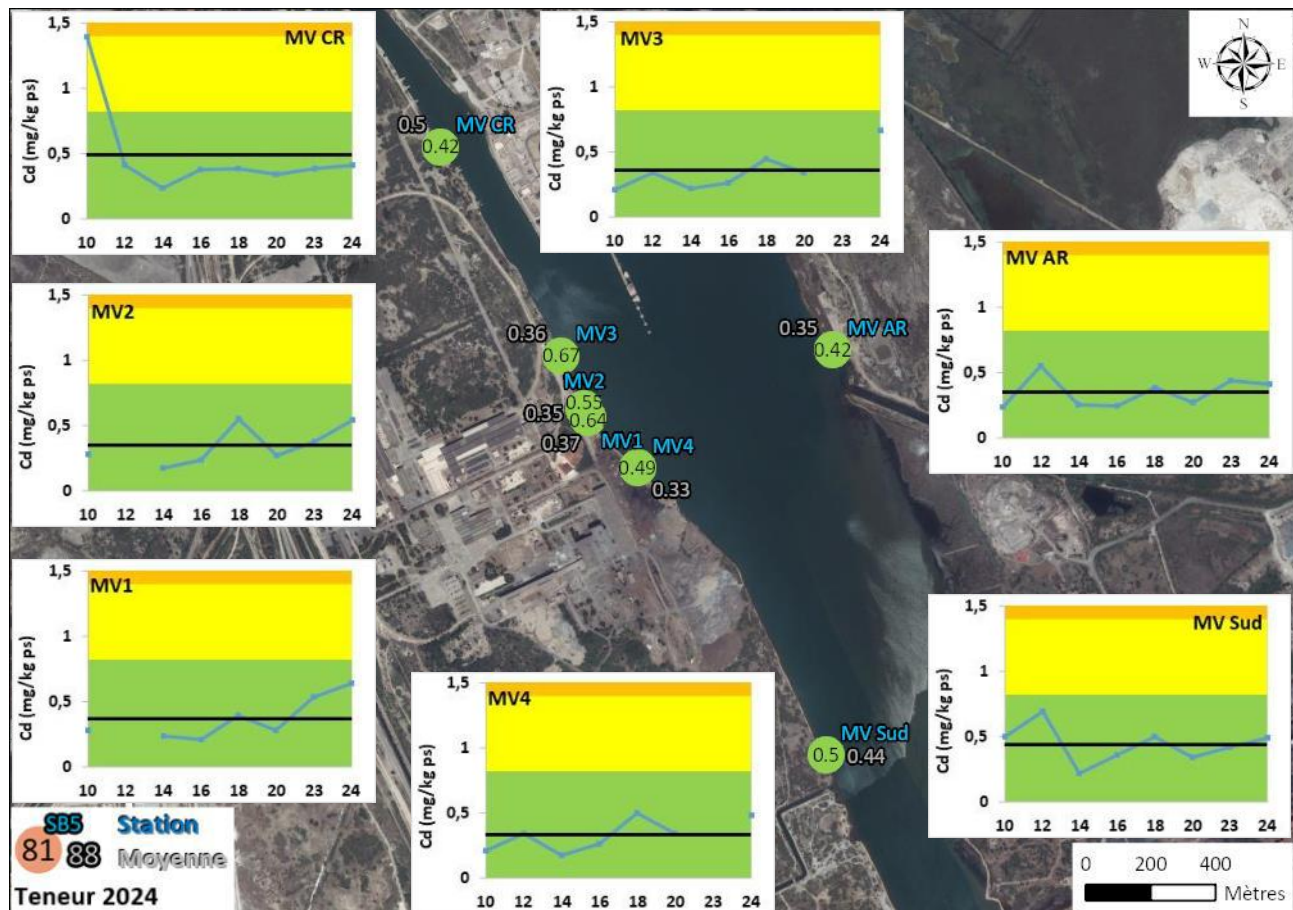


Figure 89 : Localisation des stations et évolution des teneurs en cadmium

Le cadmium et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

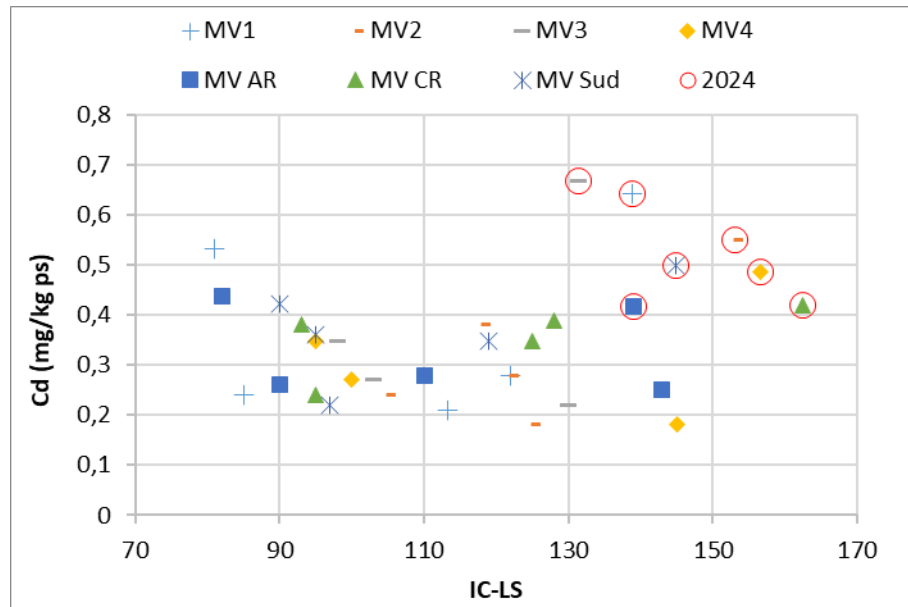


Figure 90 : Cadmium en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en cadmium sont faibles. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet.

4.2.2.4 Chrome

En 2024, les teneurs en chrome sont faibles à modérées avec la valeur maximale mesurée sur MV2, située au débouché du rejet dans la darse, à l'amont. Toutefois, les valeurs moyennes de ces stations, ne se démarquent pas de celles des autres stations (Test ANOVA avec ou sans prise en compte des valeurs aberrantes).

Les concentrations sont variables d'une campagne à l'autre, parfois non quantifiables, y compris sur MV1 et MV2. Elles ne dépassent jamais le niveau modéré, sauf en 2010 sur MV1 et MV Sud, où le niveau fort a été atteint. Ces valeurs semblent être aberrante au vu de l'écart très important avec les autres mesures. On ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

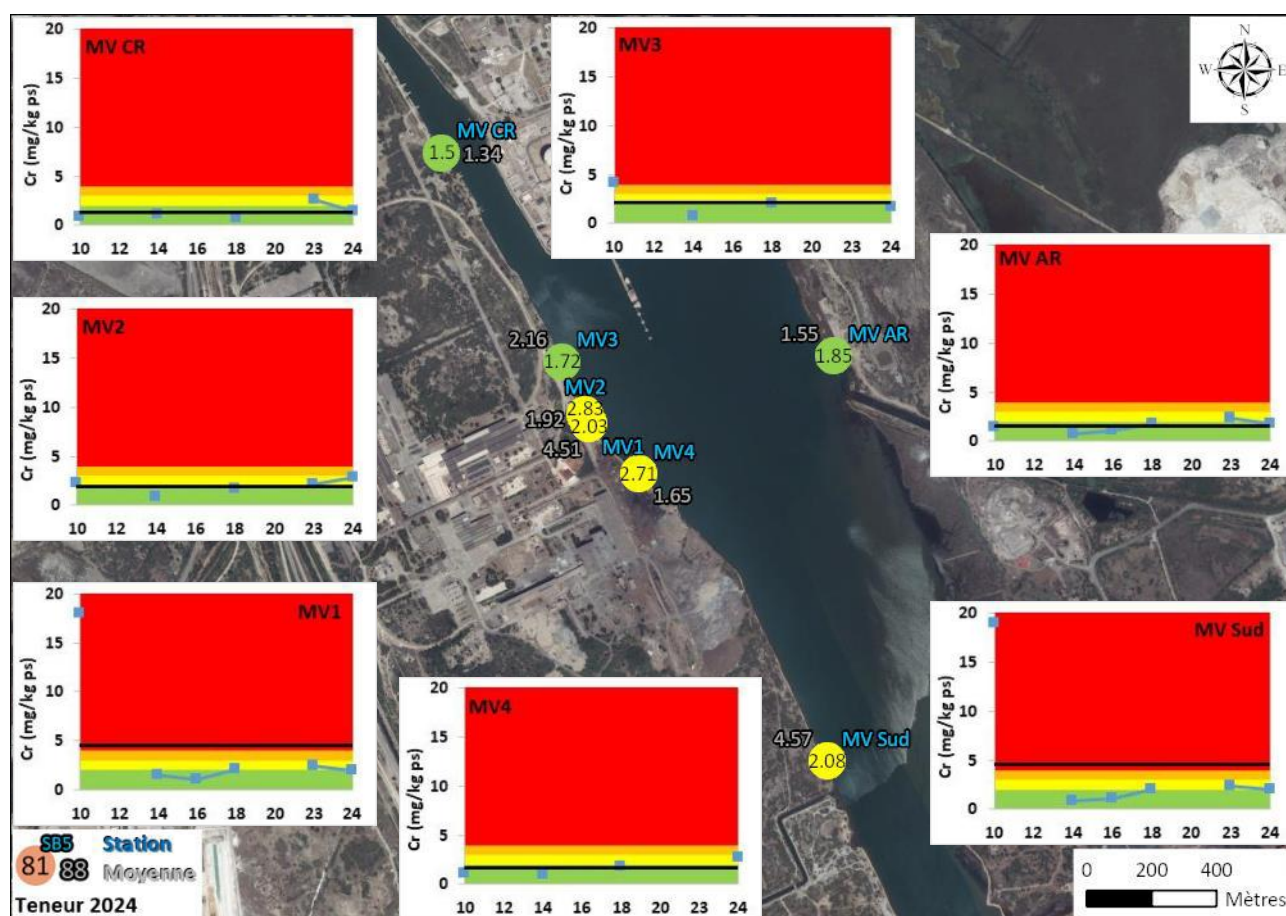


Figure 91 : Localisation des stations et évolution des teneurs en chrome

Le cadmium et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

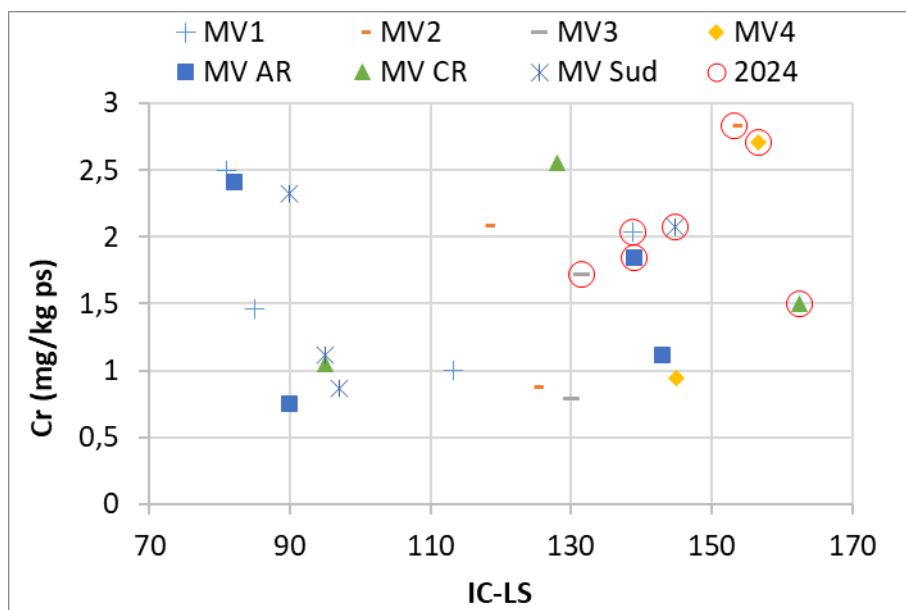


Figure 92 : Chrome en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en chrome sont faibles à modérées sauf sur MV3, située à l'amont du rejet, qui a atteint en 2010 le niveau fort. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet.

4.2.2.5 Cuivre

En 2024, les teneurs en cuivre sont modérées avec la valeur maximale mesurée sur MV Sud, située à plus d'un kilomètre à l'aval du rejet. Les valeurs moyennes des différentes stations sont comparables (Test ANOVA).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre. Elles ne dépassent jamais le niveau modéré, sauf en 2010 sur MV CR, où le niveau moyennement fort a été atteint. On détecte une tendance d'évolution des concentrations.

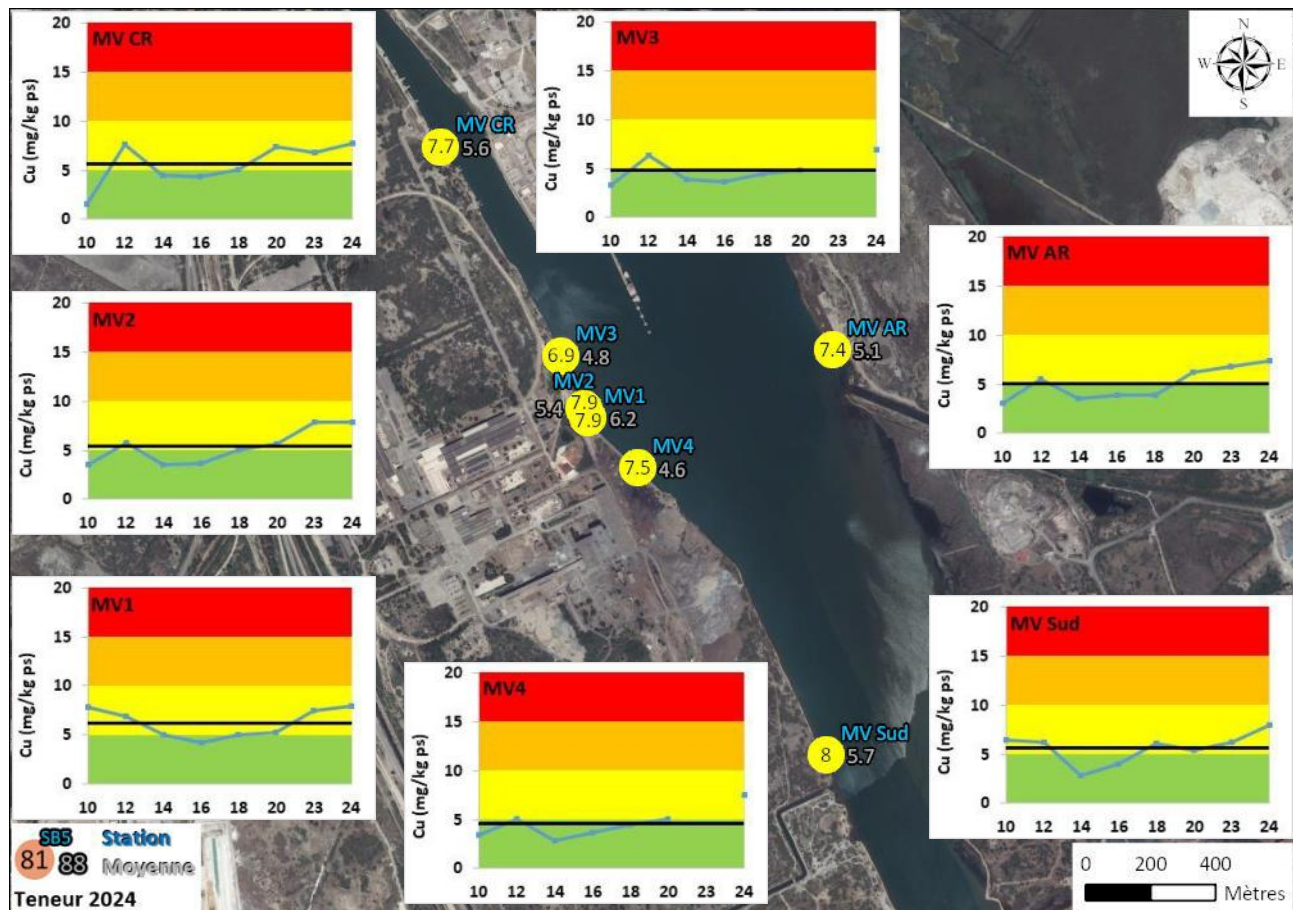


Figure 93 : Localisation des stations et évolution des teneurs en cuivre

Le cuivre et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

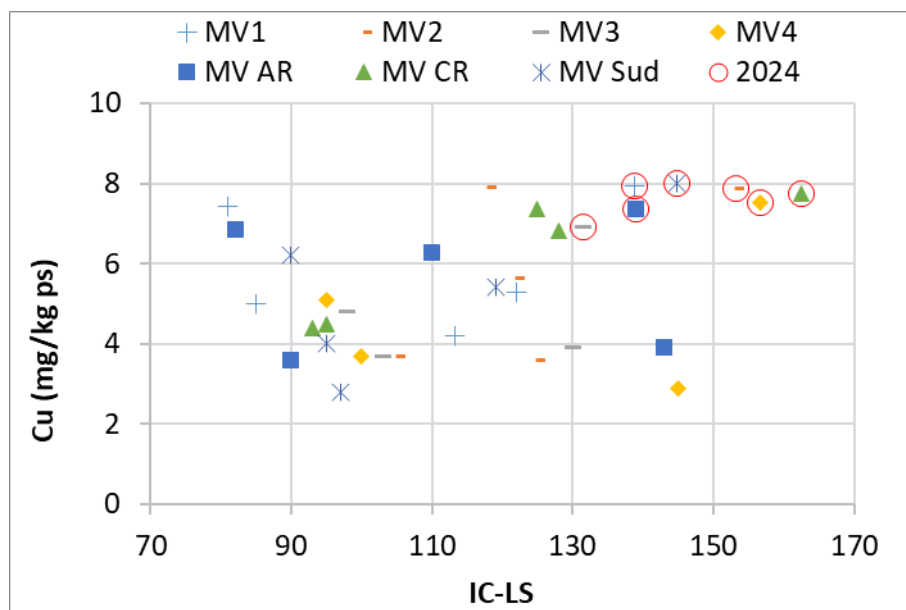


Figure 94 : Cuivre en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en cuivre sont faibles à modérées sauf sur MV CR, située à l'amont du rejet, qui a atteint en 2010 le niveau moyennement fort. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet.

4.2.2.6 Etain

Les concentrations en Etain sont très faibles et en majorité inférieures à la limite de quantification depuis 2012.

4.2.2.7 Fer

En 2024, les teneurs en fer sont modérées (MV4) à moyennement fortes (les autres stations), avec la valeur maximale mesurée sur MV Sud, située à plus d'un kilomètre à l'aval du rejet. Les valeurs moyennes des stations situées au plus proche du rejet ne sont aberrantes par rapport à celles des autres stations. MV Sud se démarque par sa teneur moyenne la plus importante liée à une valeur extrême mesurée en 2010, valeur qui nous semble non réaliste. Les autres stations sont comparables. Si on écarte la valeur extrême de 2010, la teneur moyenne de MV Sud n'est pas significativement différente de celle des autres stations (Test ANOVA).

On note que des valeurs anormalement faibles ont été mesurées en 2010 sur toutes les stations sauf MV1 et MV Sud. Il est probable qu'il s'agisse d'erreurs puisqu'il n'est pas réaliste de mesurer des concentrations si faibles.

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre. Une tendance à la hausse est détectée sur MV2, MV4 et MV AR, même si on ne tient pas compte des données anormalement basses de 2010.

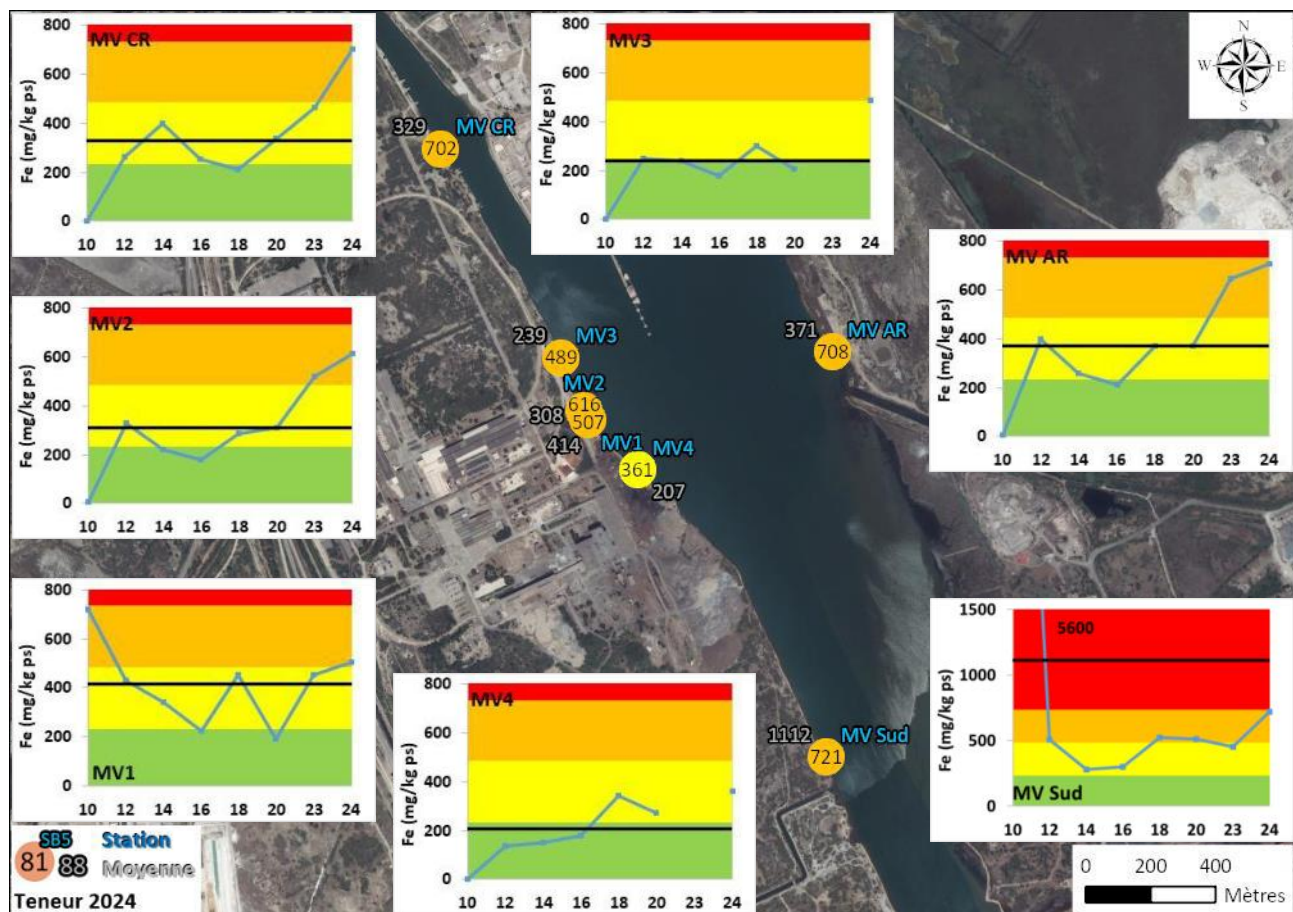


Figure 95 : Localisation des stations et évolution des teneurs en fer

Le fer et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

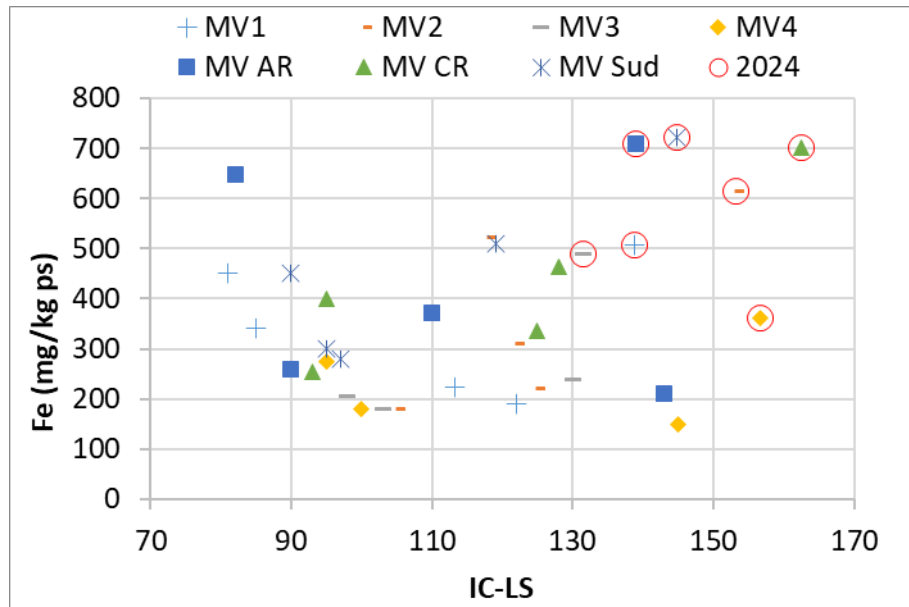


Figure 96 : Fer en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en fer sont modérées à moyennement fortes, voire fortes mais cela reste exceptionnel. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet. La station où les teneurs en fer sont les plus importantes, MV Sud, est située à plus d'un kilomètre au sud du rejet.

4.2.2.8 Manganèse

En 2024, les teneurs en manganèse sont fortes, avec la valeur maximale mesurée sur MV1, située au débouché du rejet. Les concentrations moyennes des stations situées au plus proche du rejet sont plus importantes que celles des autres stations. Toutefois, compte tenu de la forte variabilité des valeurs selon les campagnes, la différence n'est pas significative (Test ANOVA après transformation log des données).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre. On détecte une tendance à la hausse sur MV4.

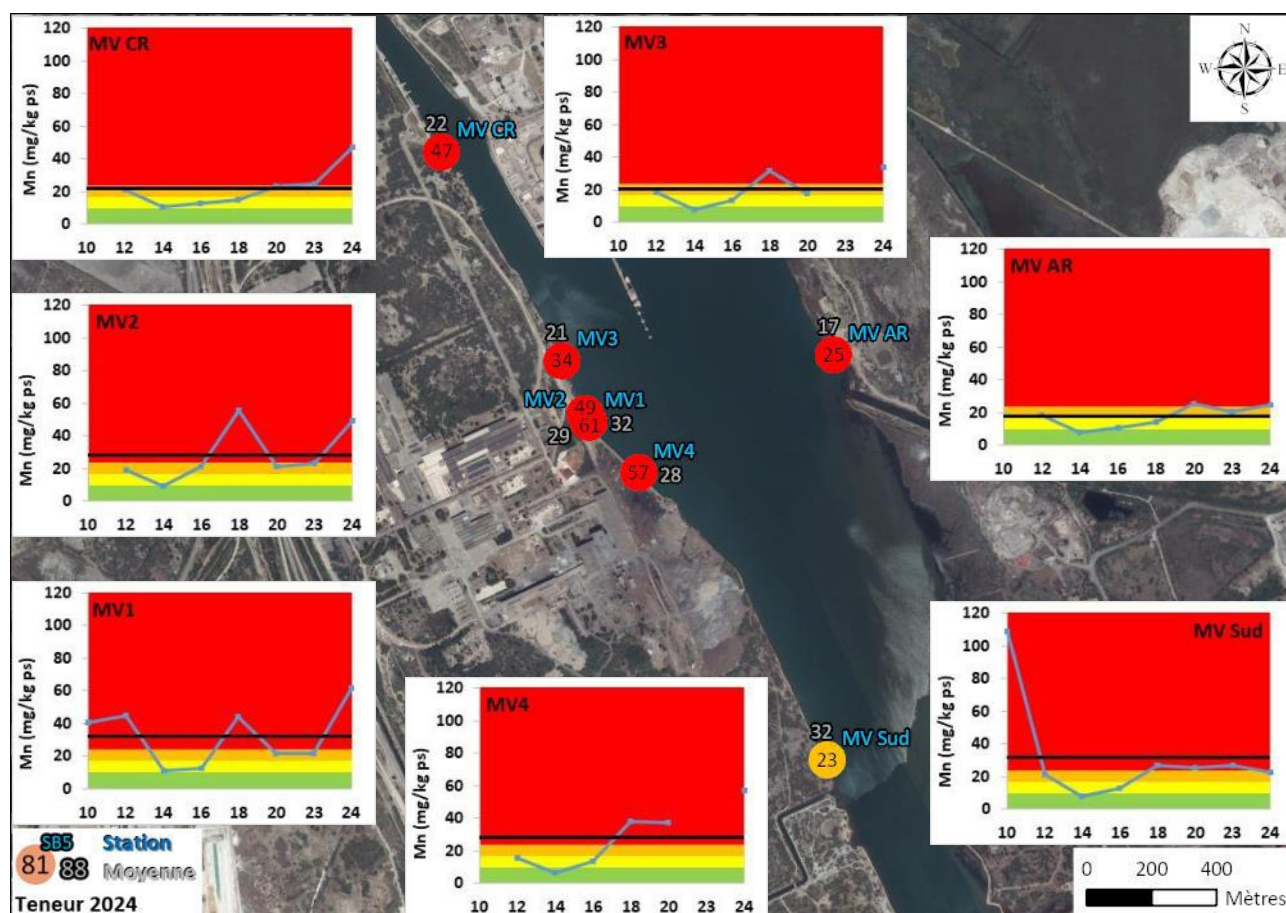


Figure 97 : Localisation des stations et évolution des teneurs en manganèse

Le manganèse et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

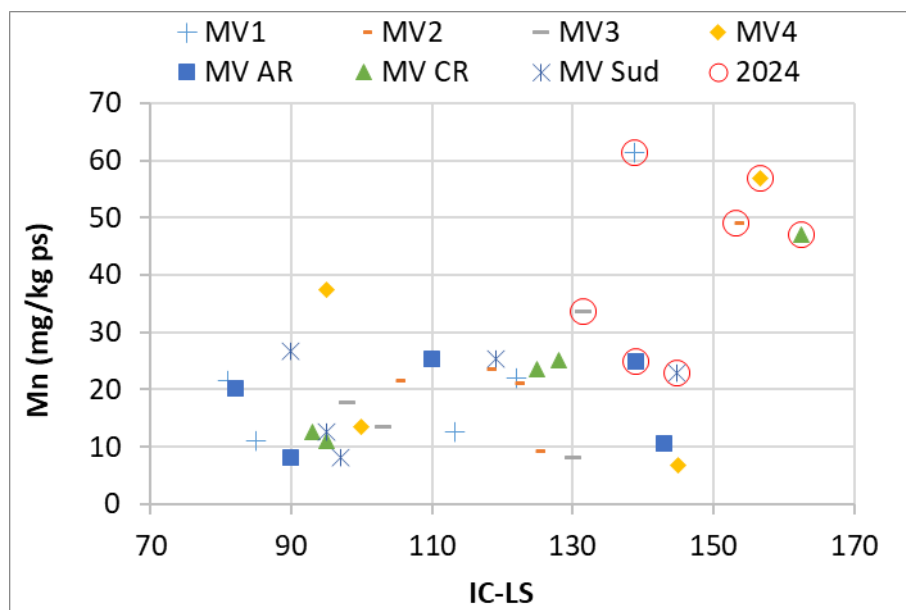


Figure 98 : Manganèse en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en manganèse varient fortement avec des niveaux faibles à forts selon les campagnes. Les stations situées au débouché du rejet (MV1 et MV1) et à l'aval (MV4) présentent des teneurs moyennes plus importantes que les autres stations, mais la différence n'est statistiquement pas significative.

4.2.2.9 Mercure

En 2024, comme toujours depuis le début du suivi, les teneurs en mercure sont faibles. La valeur maximale est mesurée sur MV CR, située à environ 1 km à l'amont du rejet. MV CR, MV1 et MV4 se distinguent par leurs teneurs moyennes importantes, liées à une valeur extrême mesurée en 2010. Nous jugeons ces valeurs aberrantes, de tels niveaux sont irréalistes. Si on écarte ces données; les concentrations moyennes des différentes stations sont comparables, sauf entre MV3 et MV AR où la différence est significative selon le test de Dunn.

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre et sont parfois non quantifiables (valeurs non représentées sur les graphiques ci-dessous). On ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

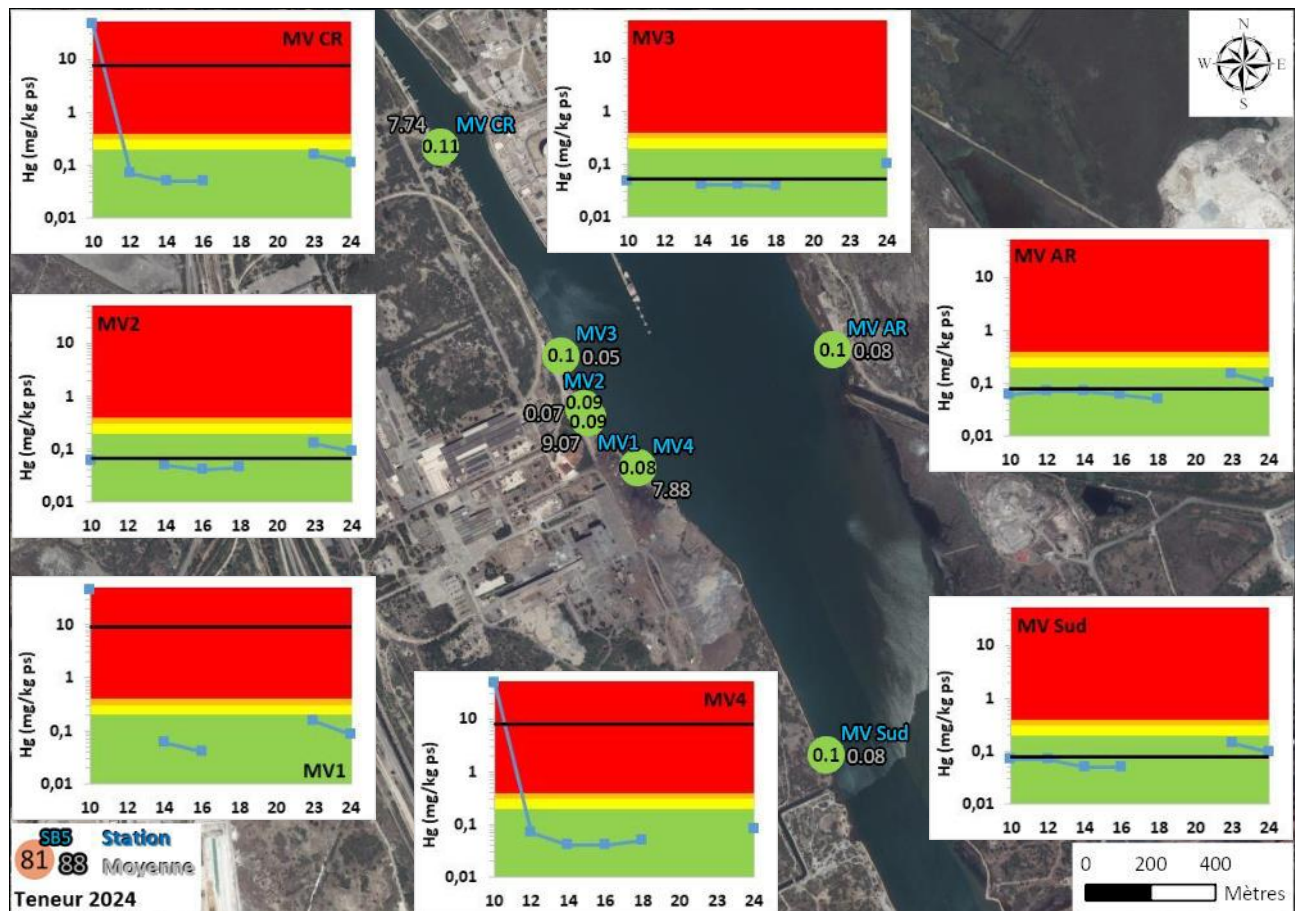


Figure 99 : Localisation des stations et évolution des teneurs en mercure

Le mercure et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

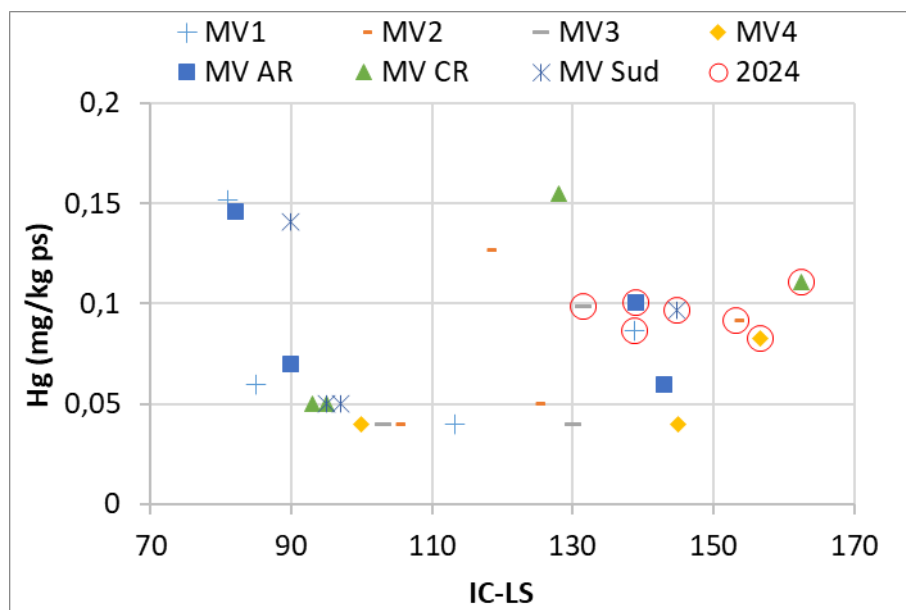


Figure 100 : Mercure en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en mercure sont faibles voire non quantifiable. Les teneurs moyennes des différentes stations sont comparables. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet.

4.2.2.10 Nickel

En 2024, les teneurs en nickel sont faibles (MV4 et MV CR) à modérées (autres stations). La valeur maximale est mesurée sur MV AR, située à environ 800 m à l'est du rejet. Les concentrations moyennes des différentes stations sont à un niveau faibles et sont comparables. MV Sud se démarque par une moyenne plus importante expliquée par une valeur extrême mesurée en 2010, valeur que nous jugeons aberrante en raison de sa singularité et de son niveau très élevé. Quoiqu'il en soit, qu'on prenne en compte ou non cette valeur, les moyennes ne sont pas significativement différentes (Test de Kruskal-Wallis).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre et sont parfois non quantifiables (valeurs non représentées sur les graphiques ci-dessous). On ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

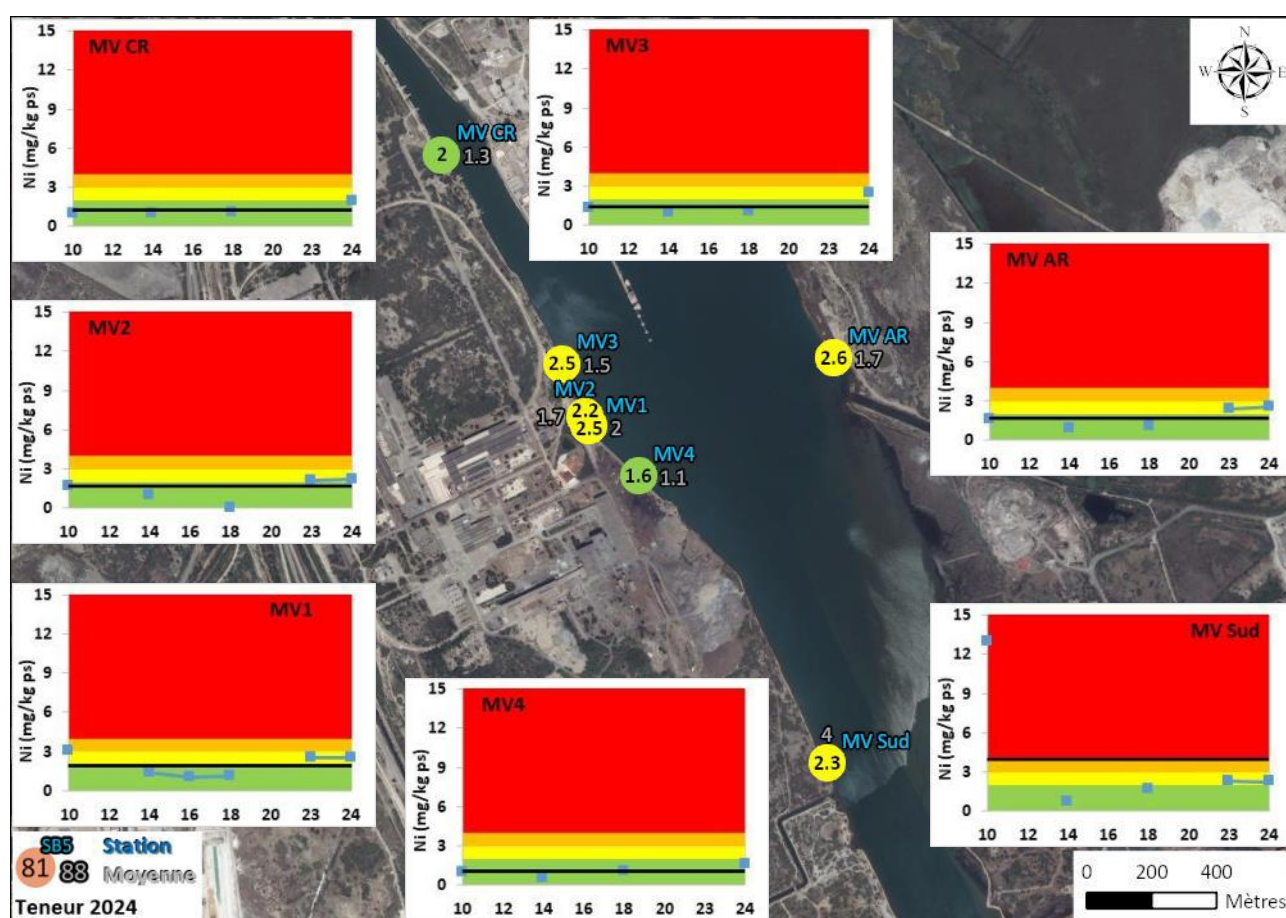


Figure 101 : Localisation des stations et évolution des teneurs en nickel

Le nickel et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

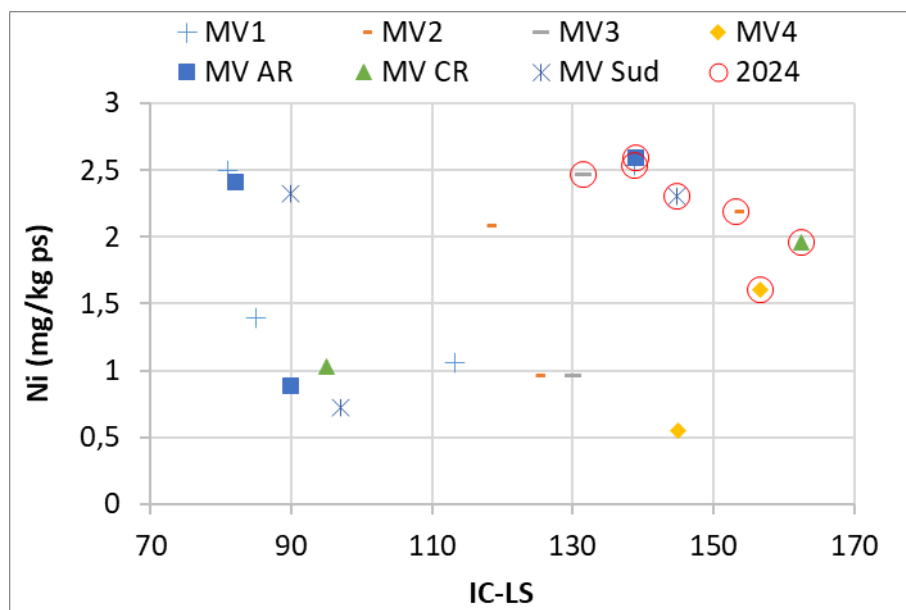


Figure 102 : Nickel en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en nickel sont faibles voire non quantifiable. Les concentrations moyennes des différentes stations sont comparables. On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet.

4.2.2.11 Plomb

En 2024, les teneurs en plomb sont moyennement fortes (MV2), modérées (MV1) et faibles (autres stations). Les valeurs maximales sont mesurées sur MV2 puis MV1, situées à l'amont immédiat du débouché du rejet.

Les concentrations moyennes de MV1 et MV2 sont à un niveau modéré. Elles sont faibles sur les autres stations. MV1 et MV2 se démarquent de MV3, MV4 et MV CR par leurs moyennes significativement plus importantes (Test ANOVA après transformation inverse des données).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre, on ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

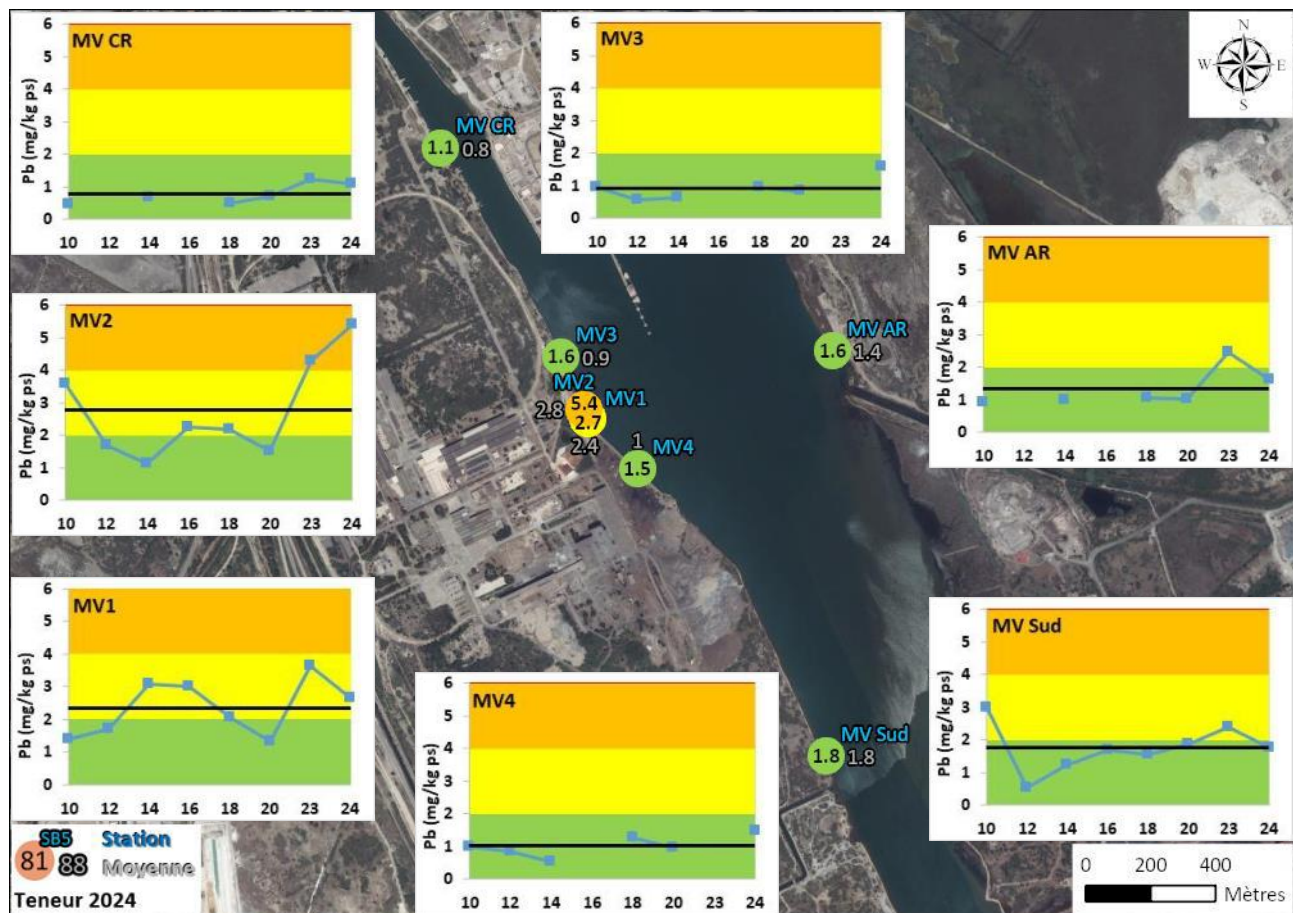


Figure 103 : Localisation des stations et évolution des teneurs en plomb

Le plomb et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

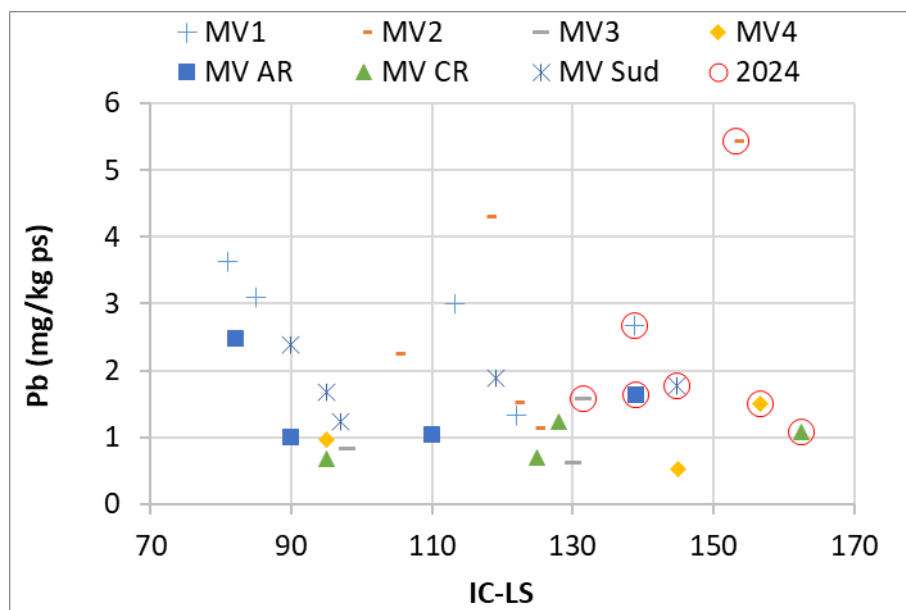


Figure 104 : Plomb en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en plomb varient fortement et sont, en moyenne, à un niveau modéré sur MV1 et MV2, stations situées au débouché du rejet dans la darse. Sur les autres stations les teneurs sont plus faibles. Seule MV2 présente une teneur moyenne significativement différente de certaines stations (MV3, MV4 et MV CR). Ceci pourrait être le signe d'une influence du rejet sur la concentration en plomb.

4.2.2.12 Zinc

En 2024, les teneurs en zinc sont moyennement fortes (MV2), modérées (MV1 et MV3) et faibles (autres stations).

Les concentrations moyennes de MV1 et MV2 sont à un niveau modéré. Elles sont faibles sur les autres stations. MV CR se démarque de MV1, MV2, MV AR, MV CR par sa teneur moyenne plus faible (Test de Kruskal-Wallis puis de Dunn).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre, on ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

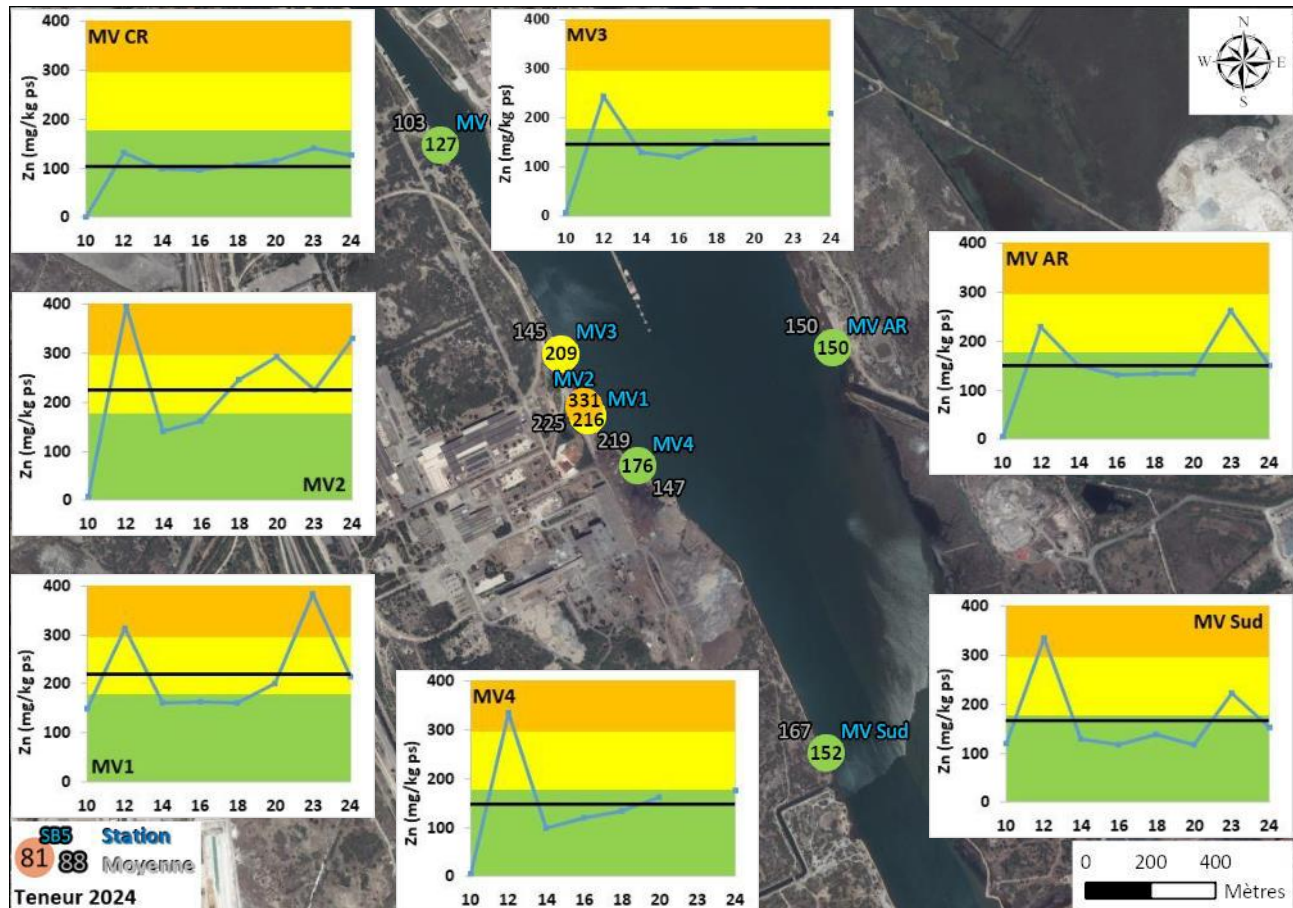


Figure 105 : Localisation des stations et évolution des teneurs en zinc

Le zinc et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

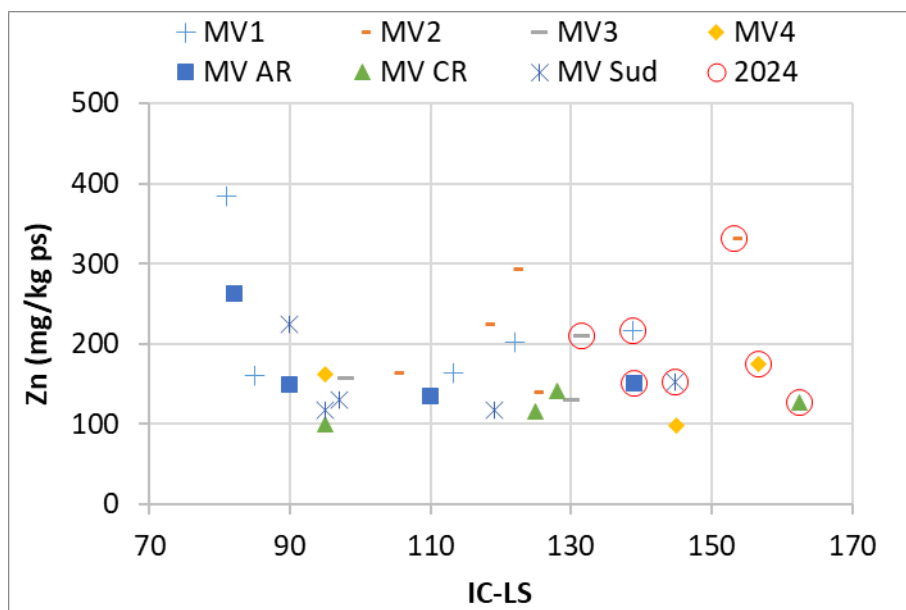


Figure 106 : Zinc en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en zinc varient d'un niveau faible à moyennement fort sans suivre de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont modérées au niveau du débouché du rejet (MV1 et MV2) à faibles sur les autres stations. Mais la différence de moyenne n'est significative qu'avec MV CR, point situé à 900 m au nord du rejet. Il n'y a pas de signe flagrant d'une influence du rejet sur la concentration en zinc.

4.2.3 COMPOSES ORGANIQUES

4.2.3.1 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

En 2024, les teneurs en HAP sont moyennement faibles sur toutes les stations. Les teneurs moyennes de MV1 et MV2 sont à un niveau modéré. MV2 se distingue par une teneur moyenne plus importante mais la différence avec les autres stations n'est pas significative (Test ANOVA).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre, elles sont souvent non quantifiables et ne dépassent jamais le niveau modéré. On ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

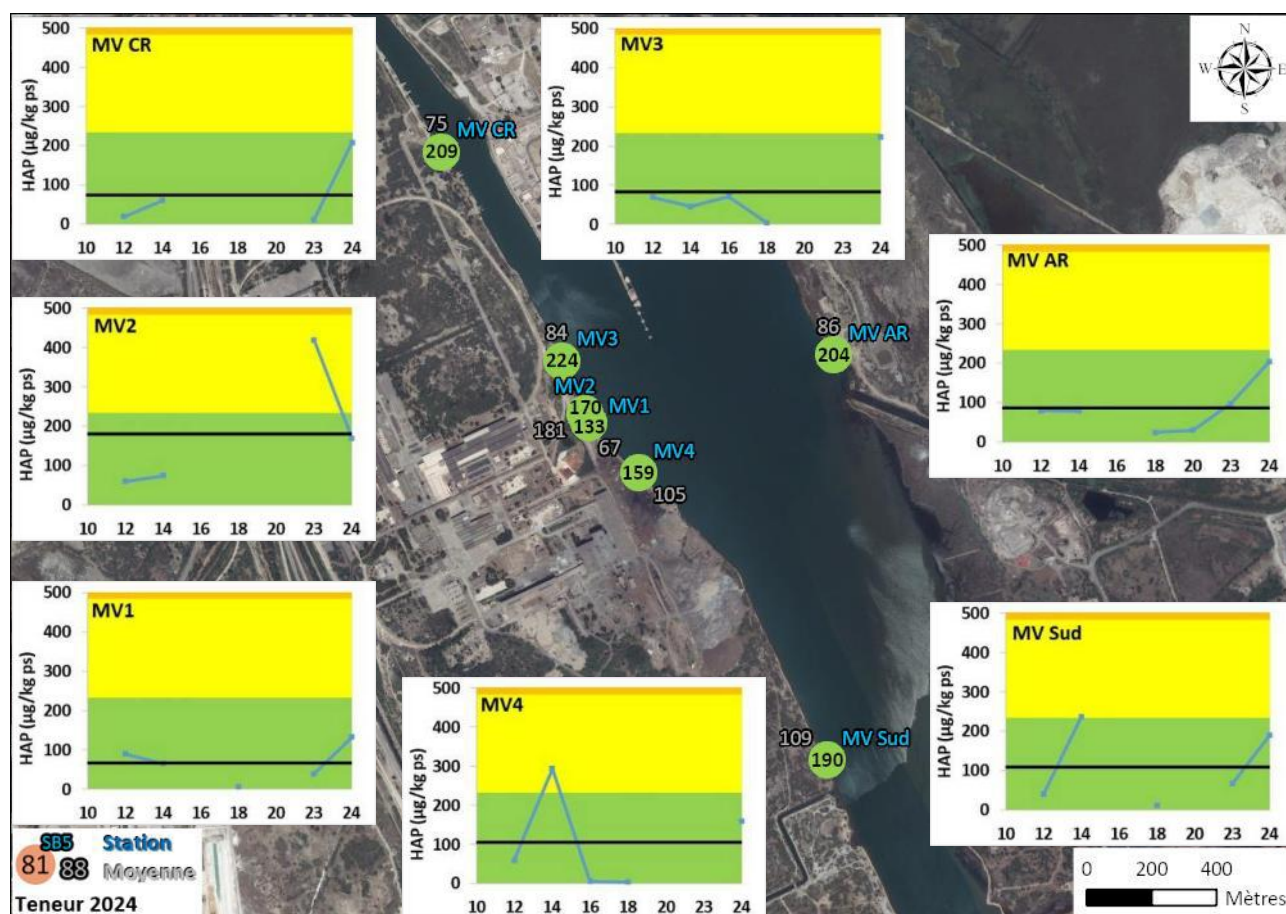


Figure 107 : Localisation des stations et évolution des teneurs en HAP

Les HAP et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

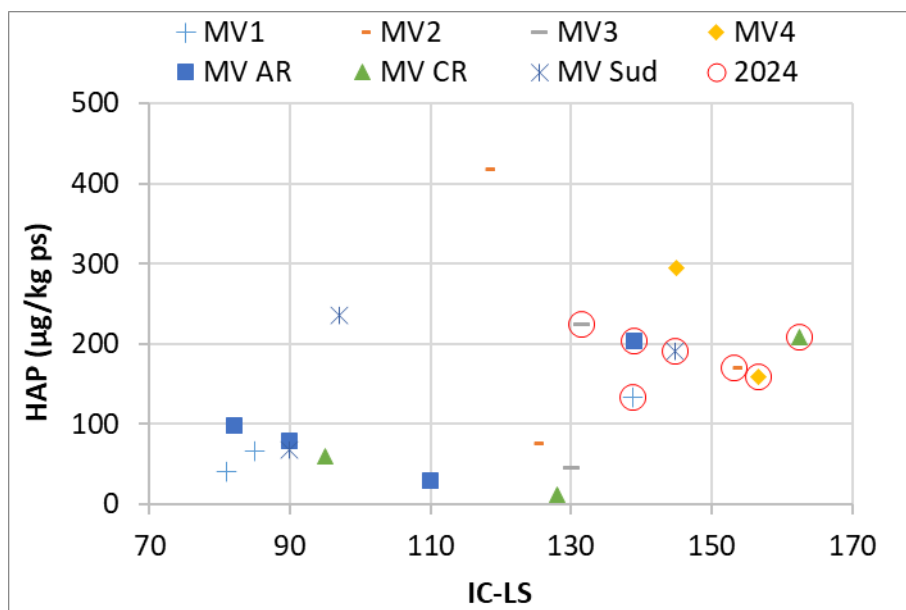


Figure 108 : HAP en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en HAP varient d'un niveau faible à modéré sans suivre de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont faibles partout. MV2 qui est située au niveau du débouché du rejet dans la darse présente une moyenne plus importante que les autres stations, mais la différence n'est pas significative. Il n'y a pas de signe flagrant d'une influence du rejet sur la concentration en HAP.

Les profils en HAP montrent la typicité de MV CR avec une proportion importante du naphtalène, alors qu'il n'est pas en concentration quantifiable sur les autres stations. Sur les autres stations les profils sont proches, on observe la plus forte disparité pour la proportion du pyrène.

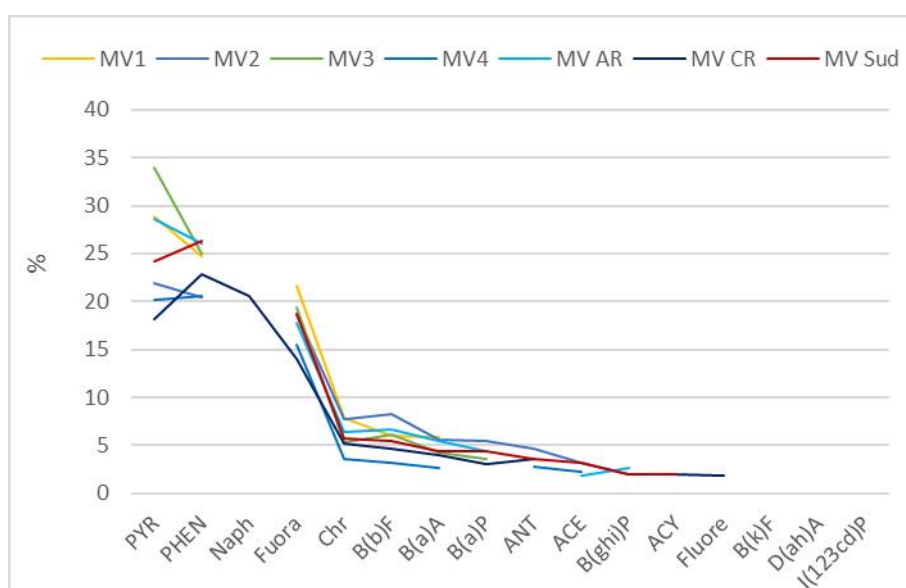


Figure 109 : Profil en HAP des échantillons de moules analysés en 2024

4.2.3.2 Les hydrocarbures totaux

En 2024, les teneurs en hydrocarbures totaux sont faibles sur toutes les stations. Les teneurs moyennes calculées, pour chaque station, sur l'ensemble des campagnes du suivi, sont également faibles. Aucune station ne se distingue des autres par sa teneur moyenne (Test ANOVA non significatif).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre, elles sont souvent non quantifiables et ne dépassent jamais le niveau modéré. On ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

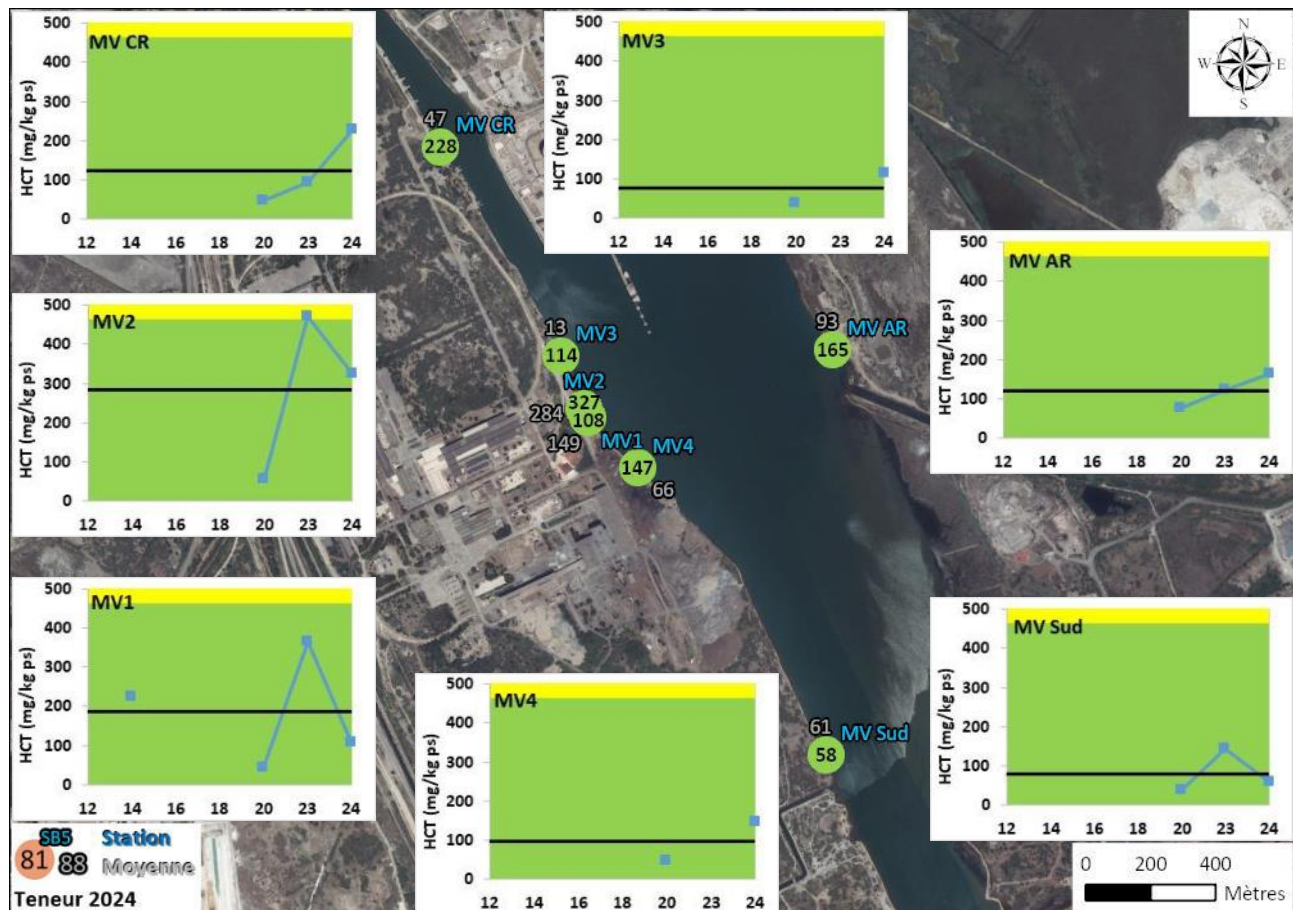


Figure 110 : Localisation des stations et évolution des hydrocarbures totaux

L'indice hydrocarbure et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

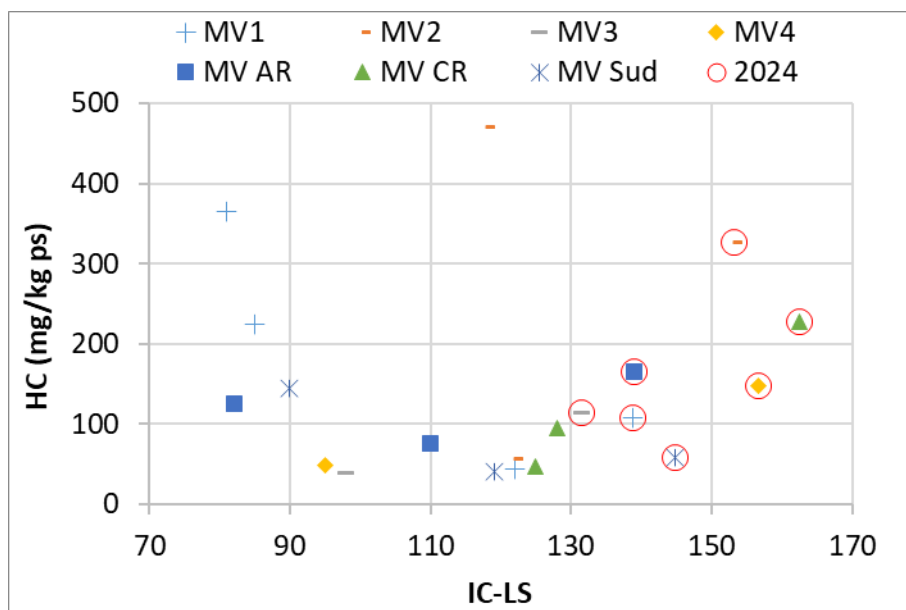


Figure 111 : Indice hydrocarbure en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en hydrocarbures totaux sont à un niveau faible (sauf en 2023 sur MV2 avec un niveau modéré) et ne suivent pas de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont faibles partout. On note toutefois qu'elles sont plus importantes sur les stations MV1 et MV2 situées au niveau du débouché du rejet dans la darse 1, mais la différence n'est pas significative en raison de la forte variabilité des teneurs sur ces stations. Comme pour les HAP, il n'y a pas de signe flagrant d'une influence du rejet sur la concentration en hydrocarbures totaux.

4.2.3.3 Les PCB

En 2024, les teneurs en PCB sont faibles sur toutes les stations sauf MV2, où la concentration est modérée. Les teneurs moyennes calculées, pour chaque station, sur l'ensemble des campagnes du suivi, sont également faibles (MV AR et MV Sud) à modérées (autres stations). Les concentrations moyennes sont toutefois comparables, aucune station ne se distingue des autres (Test ANOVA non significatif).

Les teneurs sont variables d'une campagne à l'autre, elles oscillent autour de la limite entre les niveaux faibles et modérés. On ne détecte pas de tendance d'évolution des concentrations.

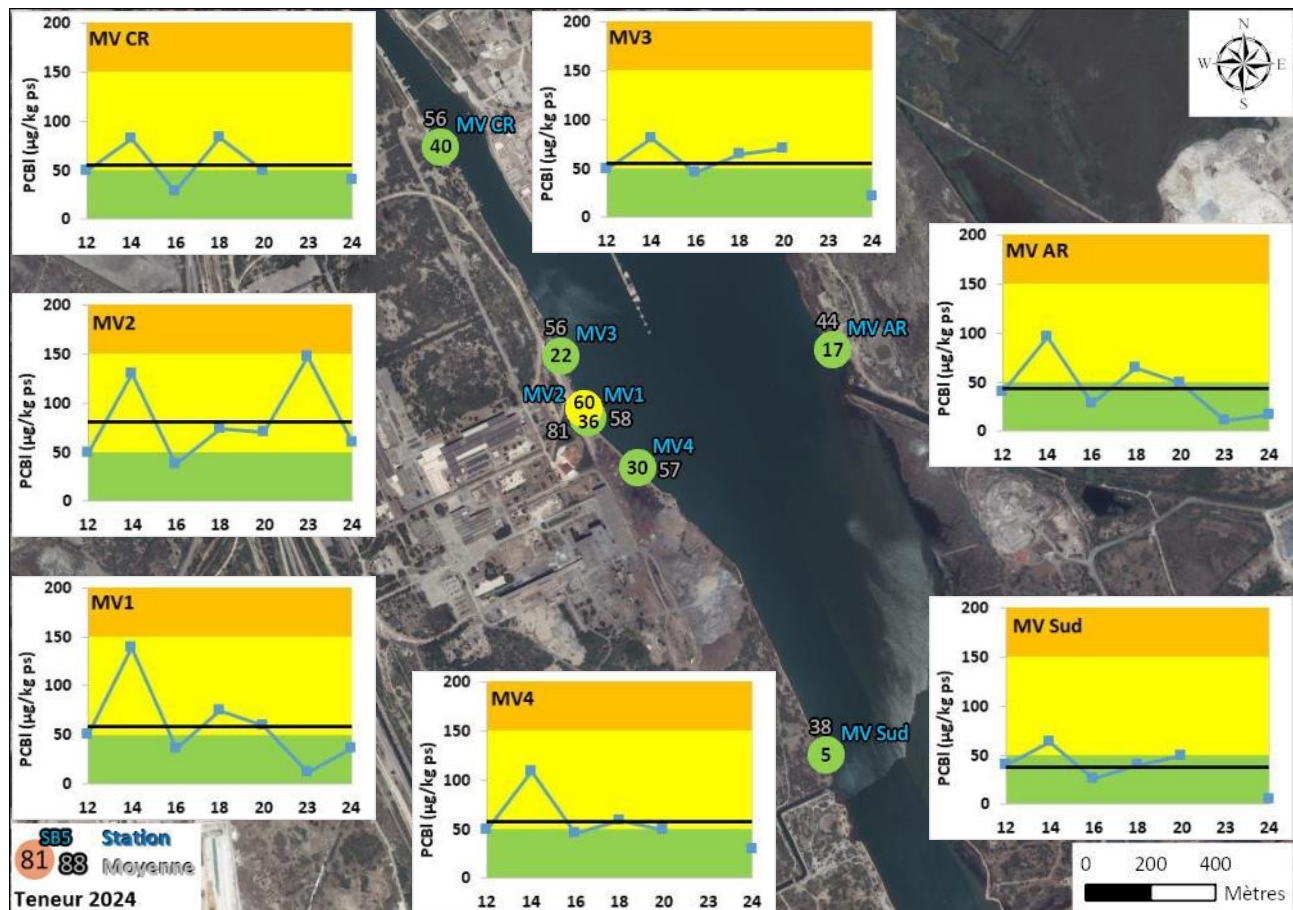


Figure 112 : Localisation des stations et évolution des PCB

Les PCB et l'indice de condition (Lawrence et Scott) sont peu corrélés, nous n'avons donc pas déterminé les concentrations normalisées.

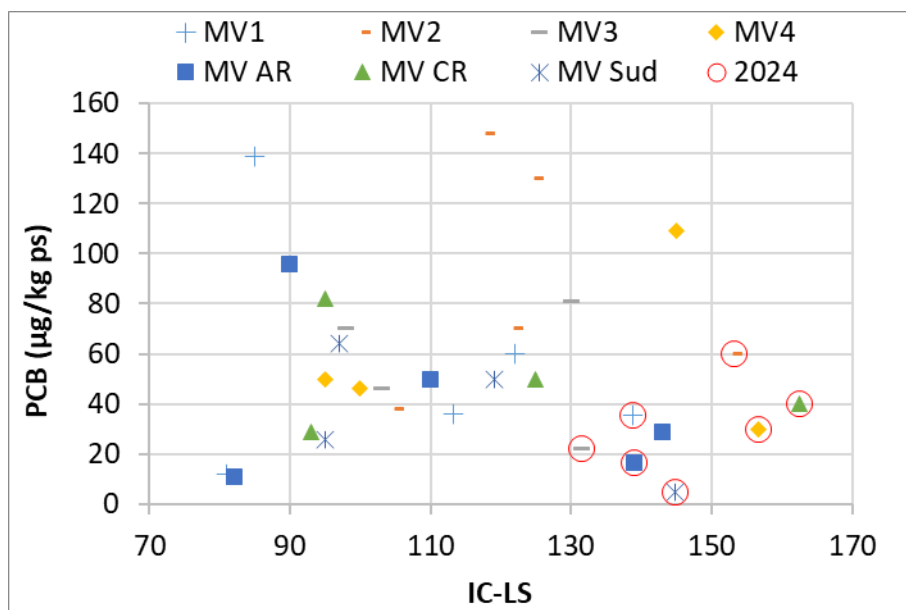


Figure 113 : PCB en fonction de l'indice de condition LS

Depuis le début du suivi les teneurs en PCB oscillent entre des niveaux faibles et modérés et ne suivent pas de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont faibles (MV AR et MV Sud) à modérées (autres stations), elles ne diffèrent pas significativement d'une station à l'autre. Il n'y a pas de signe flagrant d'une influence du rejet sur la concentration en PCB.

4.2.4 SYNTHÈSE SUR LA QUALITE DE LA MATIERE VIVANTE

Le tableau suivant rassemble les résultats obtenus en 2024.

Tableau 9 : Résultats 2024 des analyses sur la chair de moules et niveaux de concentration

Paramètre	Unité	MV1	MV2	MV3	MV4	MV AR	MV CR	MV Sud
IC-LS	-	139	153	131	157	139	162	145
Métaux								
Aluminium	mg/kg ps	377	522	474	363	544	610	319
Arsenic	mg/kg ps	19,7	16,8	16,4	15,4	16,1	15,2	16,6
Cadmium	mg/kg ps	0,64	0,55	0,67	0,49	0,42	0,42	0,50
Chrome	mg/kg ps	2,03	2,83	1,72	2,71	1,85	1,50	2,08
Cuivre	mg/kg ps	7,95	7,88	6,93	7,52	7,36	7,74	8,00
Etain	mg/kg ps	0,274	0,222	<0,151	0,179	<0,144	0,443	<0,138
Fer	mg/kg ps	507	616	489	361	708	702	721
Manganèse	mg/kg ps	61,4	49,0	33,6	56,9	24,9	47,1	23,0
Mercure	mg/kg ps	0,09	0,09	0,10	0,08	0,10	0,11	0,10
Nickel	mg/kg ps	2,54	2,19	2,47	1,60	2,59	1,96	2,31
Plomb	mg/kg ps	2,67	5,43	1,59	1,50	1,63	1,08	1,77
Zinc	mg/kg ps	216	331	209	176	150	127	152
HAP et hydrocarbures totaux								
Acénaphène	µg/kg ps	7	5	6	5	4	<3,077	6
Acénaphthylène	µg/kg ps	<3,6	3	<3,8	<3,2	<3,6	4	4
Anthracène	µg/kg ps	<7,2	8	<7,6	6	<7,2	7	7
Benzo(a)anthracène	µg/kg ps	8	9	10	6	11	8	8
Benzo(a)pyrène	µg/kg ps	<7,2	9	8	<6,4	9	6	8
Benzo(b)fluoranthène	µg/kg ps	8	14	14	7	14	10	10
Benzo(ghi)peryène	µg/kg ps	<3,6	3	<3,8	<3,2	5	<3,077	4
Benzo(k)fluoranthène	µg/kg ps	<3,6	0	<3,8	<3,2	<3,6	<3,077	<3,5
Chrysène	µg/kg ps	10	13	12	8	13	11	11
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg ps	<3,6	<3,3	<3,8	<3,2	<3,6	<3,077	<3,5
Fluorène	µg/kg ps	<3,6	<3,3	<3,8	<3,2	<3,6	4	<3,5
Fluoranthène	µg/kg ps	29	31	43	35	36	29	36
Indeno (1,2,3 - cd)pyrène	µg/kg ps	<3,6	<3,3	<3,8	<3,2	<3,6	<3,077	<3,5
Naphtalène	µg/kg ps	<28,8	<26,1	<30,4	<25,5	<28,8	43	<27,6
Phénanthrène	µg/kg ps	33	34	56	46	53	48	50
Pyrène	µg/kg ps	38	37	76	45	58	38	46
HAP 16	µg/kg ps	133	170	224	159	204	209	190
Hydrocarbures totaux	mg/kg ps	108	327	114	147	165	228	58
PCB								
PCB28	µg/kg ps	<1,442	<1,3063	<1,5175	<1,2771	<1,4378	<1,231	<1,3812
PCB52	µg/kg ps	<1,442	<1,3063	<1,5175	<1,2771	<1,4378	<1,231	<1,3812
PCB101	µg/kg ps	3	6	2	3	2	4	3
PCB118	µg/kg ps	2	4	2	2	<1,4378	3	<1,3812
PCB138	µg/kg ps	11	18	7	9	5	12	<1,3812
PCB153	µg/kg ps	18	30	11	14	10	20	2
PCB180	µg/kg ps	1	2	<1,5175	2	<1,4378	2	<1,3812
Somme PCB	µg/kg ps	36	60	22	30	17	40	5

(: Faible - : Modéré - : Moyennement fort - : Fort) - ps = Poids Sec

Les **indices de condition Lawrence et Scott** calculés sur les différentes stations en 2024 et depuis le début du suivi ne diffèrent pas de manière significative entre les stations et ne montrent pas de tendance particulière pouvant traduire des apports trophiques différents.

Les concentrations en **étain** sont très faibles et en majorité inférieures à la limite de quantification depuis 2012.

L'**arsenic**, **cadmium**, **mercure**, **nickel** sont, en moyenne depuis le début du suivi, à un niveau faible et comparable entre les stations.

Les teneurs en **aluminium**, **chrome**, **cuivre** mesurées depuis 2012 sont faibles à modérées, sauf en 2010 sur MV Sud où une teneur très forte en aluminium a été mesurée, celle-ci semble toutefois aberrante. La même année, MV3 et MV CR situées à l'amont du rejet, atteignent respectivement un niveau fort en chrome et moyennement fort en cuivre.

Sur l'ensemble des campagnes, les teneurs en **zinc** varient d'un niveau faible à moyennement fort sans suivre de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont modérées au niveau du débouché du rejet (MV1 et MV2) à faibles sur les autres stations. Mais la différence de moyenne n'est significative qu'avec MV CR, point situé à 900 m au nord du rejet.

Depuis le début du suivi, les teneurs en **fer** sont modérées à moyennement fortes, voire fortes mais cela reste exceptionnel. **MV Sud** est la station où les teneurs en fer sont les plus importantes. Elle est située à plus d'un kilomètre au sud du rejet.

Les teneurs en **manganèse** varient fortement avec des niveaux faibles à forts selon les campagnes. Les stations situées au débouché du rejet (MV1 et MV1) et à l'aval (MV4) présentent des teneurs moyennes plus importantes que les autres stations, mais la différence n'est statistiquement pas significative.

Les concentrations en **plomb** varient fortement et sont, en moyenne, à un niveau modéré sur MV1 et MV2, stations situées au débouché du rejet dans la darse. Sur les autres stations les teneurs sont plus faibles. Seule MV2 présente une teneur moyenne significativement différente de certaines stations (MV3, MV4 et MV CR). Ceci pourrait être le signe d'une influence du rejet sur la concentration en plomb.

On n'observe pas de signes d'une imprégnation plus importante à proximité du rejet sauf pour le plomb où la station MV2 a une teneur moyenne significativement supérieure à celle des autres stations et le zinc dont les concentrations moyennes sur MV1 et MV2 sont plus importantes qu'ailleurs, mais la différence n'est pas statistiquement significative en raison de la variabilité des teneurs. Pour ces deux paramètres les teneurs mesurées au niveau du débouché du rejet dans la darse sont à un niveau moyen modéré.

Depuis le début du suivi les teneurs en **HAP** varient d'un niveau faible à modéré sans suivre de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont faibles partout. MV2 qui est située au niveau du débouché du rejet dans la darse présente une moyenne plus importante que les autres stations, mais la différence n'est pas significative.

Les teneurs en **hydrocarbures totaux** mesurées depuis 2012 sont à un niveau faible (sauf en 2023 sur MV2 avec un niveau modéré) et ne suivent pas de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont faibles partout. On note toutefois qu'elles sont plus importantes sur les stations MV1 et MV2 situées au niveau du débouché du rejet dans la darse 1, mais la différence n'est pas significative en raison de la forte variabilité des teneurs sur ces stations.

Les teneurs en **PCB** mesurées sur l'ensemble du suivi oscillent entre des niveaux faibles à modérés et ne suivent pas de tendance particulière. Les concentrations moyennes sont faibles (MV AR et MV Sud) à modérées (autres stations), elles ne diffèrent pas significativement d'une station à l'autre.

Il n'y a pas de signe flagrant d'une influence du rejet sur la concentration en contaminants organiques (HAP, hydrocarbures totaux et PCB).

4.3 MACROBENTHOS

4.3.1 CARACTÉRISATION DES ASSEMBLAGES EN PLACE

Parmi les 121 espèces observées, la plupart ne sont pas caractéristiques de biocénose ou indicatrices de perturbation.

Quatre espèces sont caractéristiques de la **Biocénose Euryhaline et Eurytherme (BEE)**. Cette biocénose est observée au niveau des étangs littoraux salés mais aussi dans certaines zones marines estuariennes, où l'eau irrégulièrement dessalée et la température variable.

Les espèces appartenant à la BEE sont présentes sur les sept stations. On trouve :

- Les annélides *Heteromastus filiformis* et *Leiochrides deltaicus*
- Les arthropodes *Iphinoe tenella* et *Pseudolirius kroyeri*

Seul l'annélide *Leiochrides deltaicus* est présente sur toutes les stations en nombre conséquent hormis la station SB Ref sud. Cela explique tout de même que la BEE est la plus représentée.



Figure 114 : (A) *Heteromastus filiformis* – (B) *Iphinoe tenella*

On observe d'autres espèces caractéristiques des biocénoses mais en plus faibles abondance :

- **Sables vaseux superficiels de mode calme (SVMC)** : quatre espèces ont été recensées sur les stations SB1, SB2, SB Ref canal et SB Ref Arcelor : *Aonides oxycephala*, *Heteromastus filiformis*, *Paradoneis lyra* et *Golfingia vulgaris*.
- **Vases terrigènes côtières (VTC)** : elle est représentée au niveau de toutes les stations sauf SB4, six espèces sont recensées : *Eunereis longissima*, *Magelona allenii*, *Poecilochaetus serpens*, *Sternaspis scutata*, *Abra nitida* et *Kurtiella bidentata*.
- **Sables et graviers sous influence des courants de fond (SGCF)** : cinq espèces ont été observés : *Protodorvillea kefersteini*, *Sigalion mathildae*, *Sigalion squamosus*, *Moerella donacina* et *Musculus costulatus*.

Les individus appartenant à des espèces indicatrices de dégradation sont en faible proportion.

Le tableau suivant présente les pourcentages en abondances d'individus des espèces caractéristiques des différentes biocénoses, indicatrices et autres recensées en 2024.

Tableau 10 : Indicateurs biologiques (% abondance individus)

	SB1	SB2	SB3	SB4	SB CR	SB AR	SB Sud
Espèces caractéristiques de biocénoses							
BEE	32,2	22,2	12,9	26,4	30,6	33,3	1,2
SVMC	6,2	1,9	0	0	9,5	2,0	0
VTC	0,4	3,7	1,0	0	0,6	3,3	2,4
SGCF	0	0	0	1,4	0,3	0,7	1,8
Autres	1,2	0	5,9	0	2,5	4,7	4,2
Espèces indicatrices							
VS/VT	7,0	13,0	6,9	6,9	5,4	14,0	1,2
SS/ST	0,8	1,9	1	0	0,9	4,0	6,1
GRA	0	0	0	0	0,9	0	0
Inst	0,8	5,6	1,0	1,4	0,3	2,0	0
MO	0,4	5,6	1,0	4,2	0	0,7	0
Autres espèces							
LRE	3,9	1,9	3,0	4,2	5,7	3,3	3,6

BEE : Biocénose Euryhaline et Eurytherme – **SVMC** : Sables Vaseux de Mode Calme – **VTC** : Vases Terrigènes Côtiers – **SGCF** : Sables et Gravier sous influence des Courants de Fond – **Autres** : Autres biocénoses – **VT/VS** : espèces Vasicoles Tolérantes ou Strictes – **ST/SS** : Espèces Sabulicoles Tolérantes ou Strictes – **GRA** : Espèces gravicoles – **Inst** : instabilité sédimentaire – **MO** : Enrichi en matière organique – **LRE** : Espèces à large répartition écologique

Les peuplements hétérogènes observés suggèrent que les stations se situent dans une zone de transition entre différents écosystèmes, ce qui est typique des fonds littoraux de la zone industrialo-portuaire du golfe de Fos. La faible abondance d'individus appartenant à des espèces indicatrices de dégradation du milieu suggère que les pressions sont faibles.

4.3.2 RICHESSE SPÉCIFIQUE ET DENSITÉ DES PEUPELEMENTS

En 2024, 1117 individus répartis en 121 taxons ont été recensés sur l'ensemble des stations. La richesse spécifique, mesurée en nombre moyen d'espèces par échantillon (Esp/Ech), varie entre $10,3 \pm 2,1$ Esp/Ech à la station SB4 et $32,0 \pm 2,0$ Esp/Ech à la station SB Ref Sud.

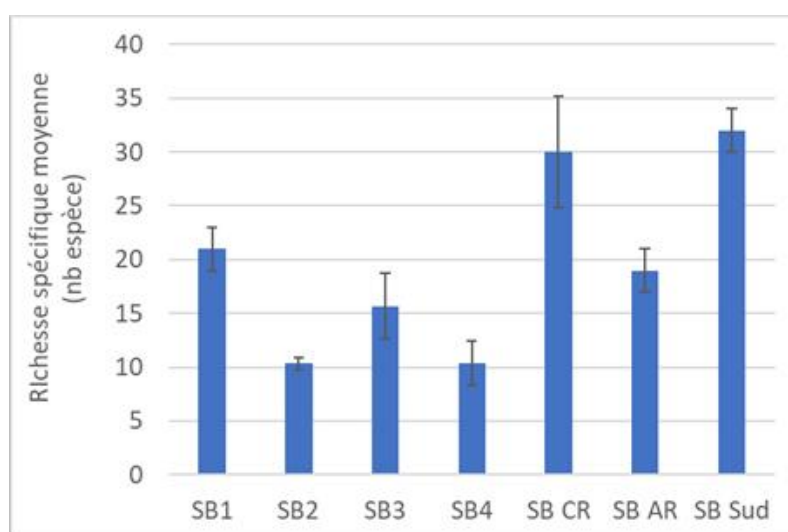


Figure 115 : Richesse spécifique (nb espèces) - Campagne 2024

D'après le test statistique ANOVA, il existe une différence significative entre les richesses spécifiques des sept stations. Le test de Tukey permet de préciser que :

- Les richesses spécifiques des stations SB Ref canal et SB Ref sud sont significativement plus élevées que celles des autres stations,
- Les richesses spécifiques de SB2 et SB4 sont significativement plus faibles que celles des stations SB1, SB Ref canal, SB Ref Arcelor et SB Ref sud.

Si l'on considère le nombre total d'espèces identifiées par station, la richesse spécifique varie de 18 espèces (SB4) à 57 espèces (SB Ref sud), avec une moyenne de $36,3 \pm 15,0$ espèces sur l'ensemble des stations.

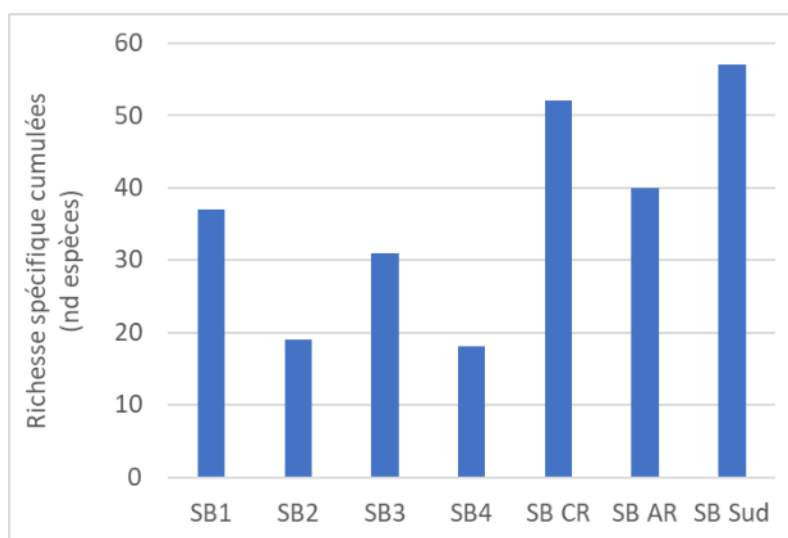


Figure 116 : Richesse spécifique (nb espèces) - Campagne 2024

Les campagnes précédentes témoignent du caractère fluctuant de la richesse spécifique.

La richesse spécifique ne semble pas varier de manière significative aux stations SB1, SB3, SB Ref Canal et SB Ref Sud. En revanche, une tendance à la baisse est observée aux stations SB2, SB4 et SB Ref Arcelor.

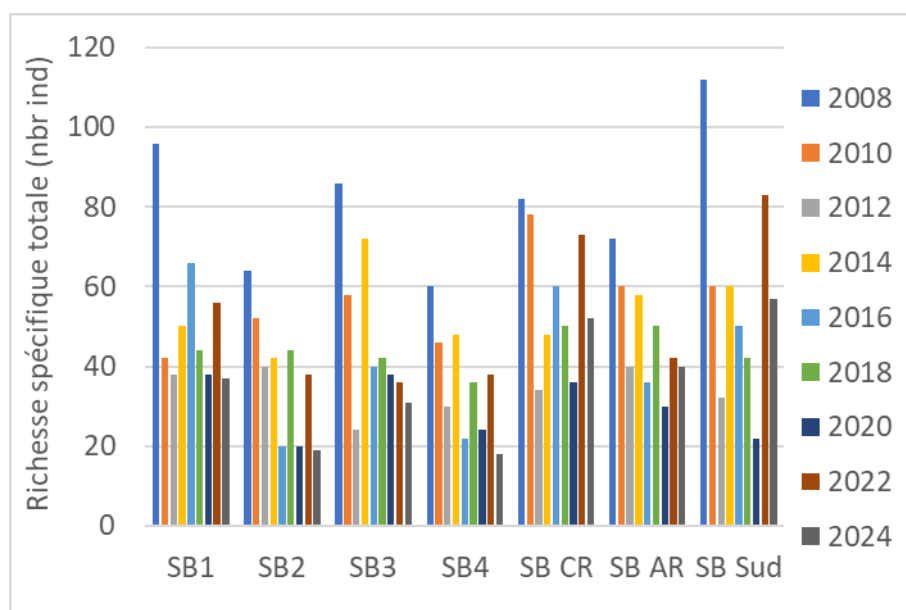


Figure 117 : Comparaison de la richesse spécifique depuis 2008

En 2024, la densité des organismes benthiques varie entre 692 ± 101 ind/m² en SB2 et 4064 ± 709 ind/m² en SB CR. (Figure suivante).

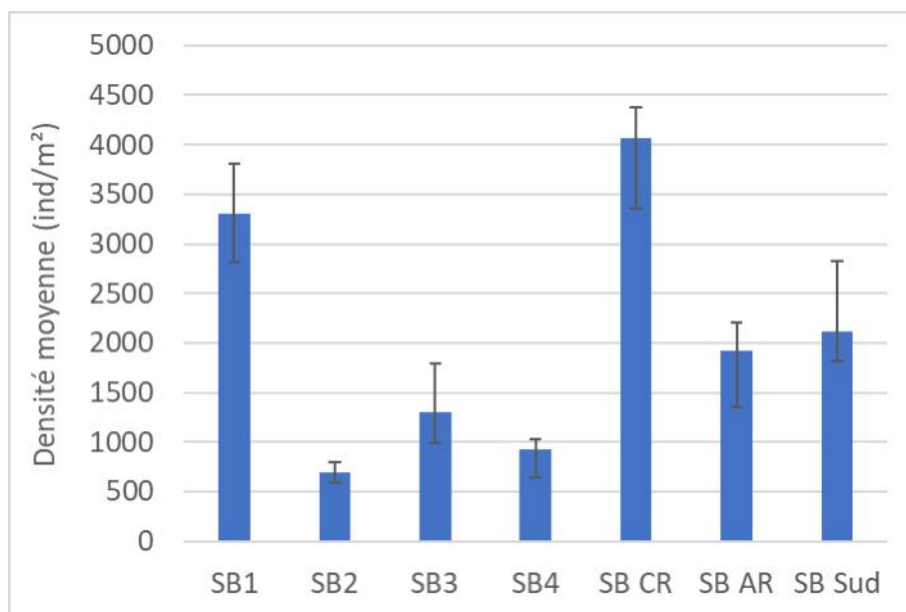


Figure 118 : Densité - Campagne 2024 (Barres d'erreur = écart type)

La comparaison des densités moyennes par les tests statistiques ANOVA et de Tukey indique que la station SB CR présente une densité significativement supérieure à celle des autres stations sauf SB1, diffère significativement de SB2, SB3, SB4 et SB Ref Arcelor. La densité à SB2 est quant à elle bien inférieure à celle de SB Ref Arcelor, SB Ref sud, SB Ref canal et SB1.

Les abondances mesurées en 2024 sont comparables à celles obtenues lors des précédentes campagnes. On ne détecte pas de tendance d'évolution de la densité au cours du suivi, à l'exception de la station SB2, où une tendance à la diminution est observée.

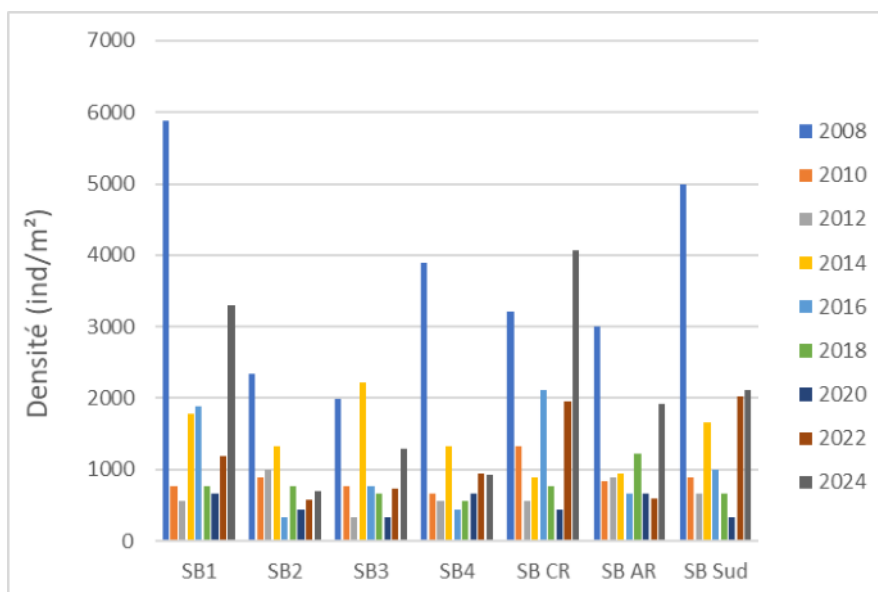


Figure 119 : Comparaison de la densité (ind/m²) depuis 2008

4.3.3 BIOMASSE

La biomasse varie de 1,07 g/m² à la station SB4 à 8,08 g/m² à la station SB3. Cependant, l'écart-type à la station SB3 est très élevé, atteignant 9,28. Cela s'explique par la présence du cnidaire *Veretillum cynomorium*, une espèce qui n'est présente qu'à cette station. Si l'on retire cet individu, la biomasse de la station SB3 chute à 2,90 g/m², avec un écart-type de 0,45.

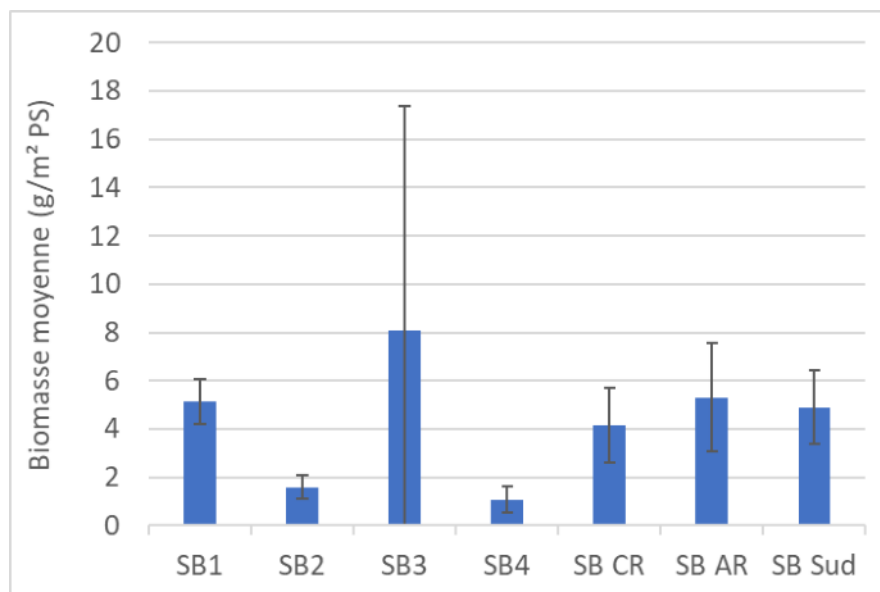


Figure 120 : Biomasse (g/m²) – Campagne 2024 (Barres d'erreur = écart type)

Un test non paramétrique de comparaison des moyennes (Kruskal-Wallis) a été réalisé et n'indique pas de différence significative entre les stations.

4.3.4 DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE ET ÉQUITABILITÉ

La **diversité des peuplements** est mesurée à l'aide de l'indice de Shannon (noté H'). Les valeurs de cet indice varient entre $2,89 \pm 0,38$ pour la station SB4 et $4,70 \pm 0,04$ pour la station SB Sud. En se basant sur cet indice, l'état écologique des stations est jugé comme moyen pour SB4, bon pour SB1, SB2 et SB AR et très bon pour SB3, SB CR et SB sud.

Selon les résultats d'un test ANOVA, il existe au moins une différence significative entre les indices de diversité des sept stations. Le test post hoc de Tukey permet de préciser que la SB Sud est significativement différente des autres stations. La station SB CR est significativement différente de SB2 et SB4, et que la station SB3 diffère significativement de la station SB4.

Les valeurs **d'équitabilité** données par l'indice de Piélou (noté J'), sont comprises entre 0,766 (SB1) et 0,940 (SB Sud). Un test non paramétrique de comparaison des moyennes (Kruskal-Wallis) a été réalisé. Il indique qu'il existe au moins deux stations dont les indices de Piélou moyen sont significativement différents. Le test post-hoc de Dunn met en évidence une différence significative entre les stations SB Sud et SB1.

La figure suivante (Figure 121) représente les valeurs des indices d'équitabilité et de diversité des sept stations étudiées lors de la campagne 2024.

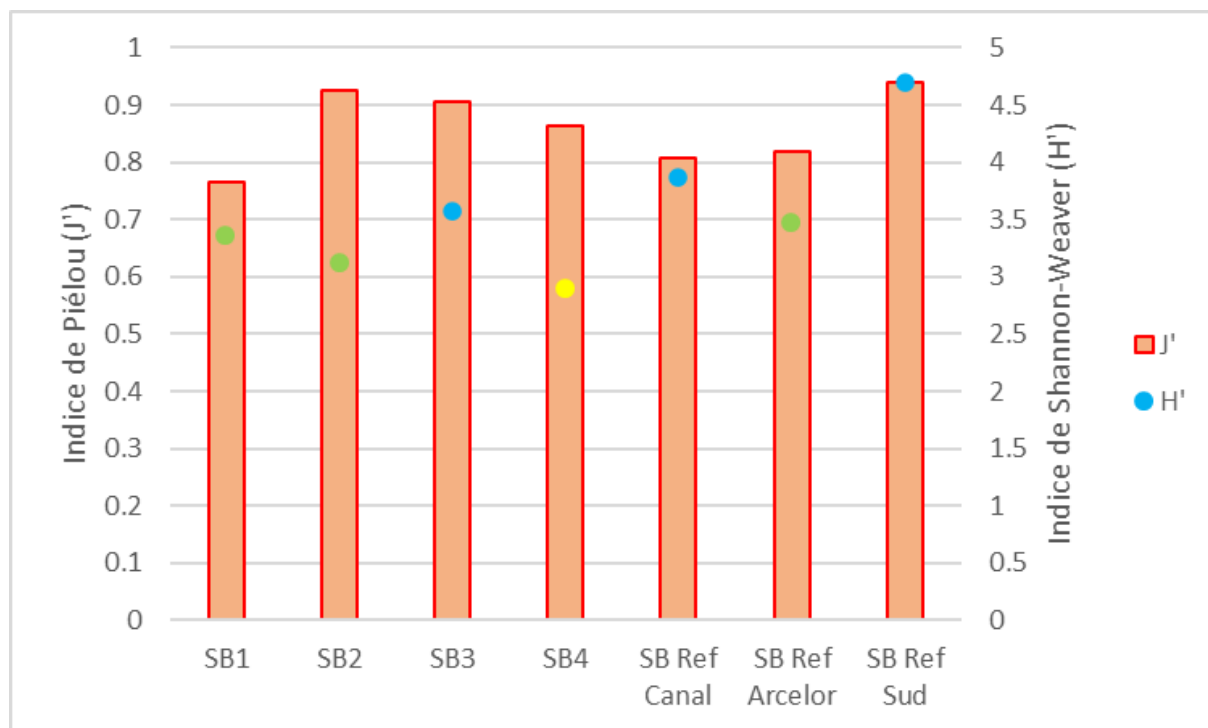


Figure 121 : Equitabilité J et Diversité H' - Campagne 2024

Statut écologique (H') : ● Très bon - ● Bon - ● Moyen - ● Pauvre - ● Mauvais

Les valeurs de l'indice de Shannon obtenues lors de la campagne 2024 sont comparables avec celles obtenues lors des précédentes campagnes. Néanmoins, les valeurs de l'indice de Pielou sont plus importantes que celles des campagnes précédentes, ce qui indique une plus grande homogénéité des communautés benthiques. On ne détecte pas de tendance d'évolution des indices de Shannon et de Pielou, à l'exception de la station SB4, où une diminution de l'indice de Shannon est détectée sur l'ensemble des campagnes de suivi.

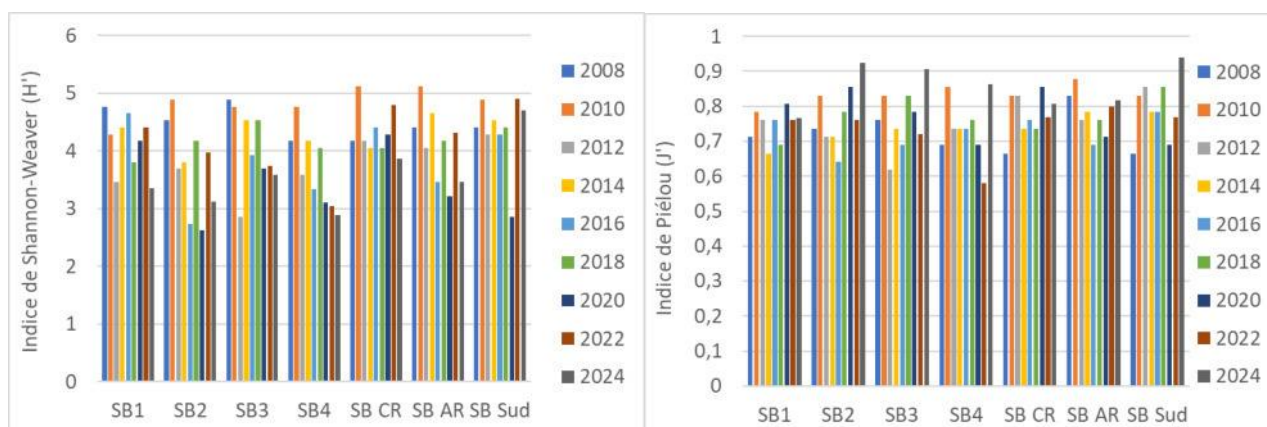


Figure 122 : Evolution des indices d'équitabilité (J') et de diversité (H')

4.3.5 COMPARAISON DES PEUPELEMENTS

L'indice de Sorensen nous renseigne sur la similarité qualitative (présence/absence) des espèces des différentes stations.

La classification basée sur cet indice met en évidence deux groupes distincts. Les stations SB CR et SB1 ont une similarité de 46% environ, puis se rajoute SB AR puis SB Sud. Le second groupe regroupe les station SB3, SB2 et SB4, avec un pourcentage de similarité avoisinant les 48%.

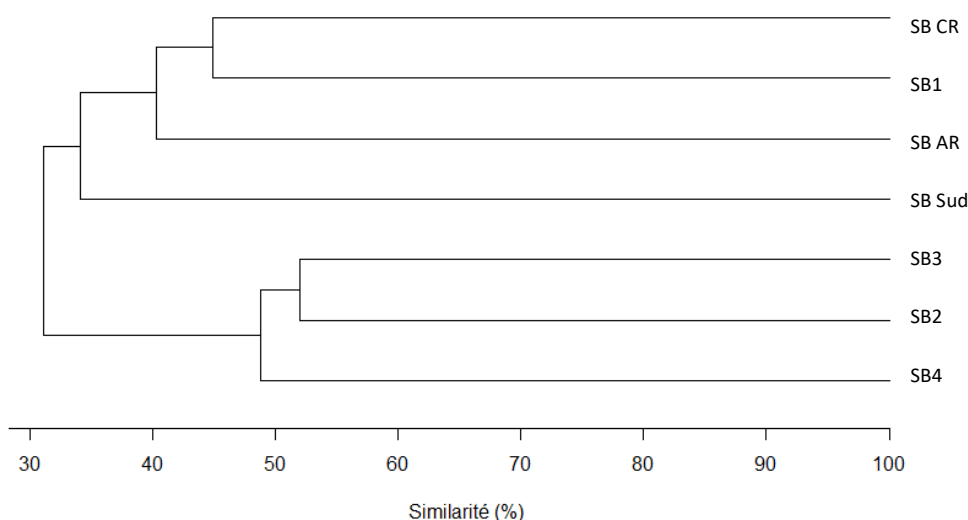


Figure 123 : Similarité déterminée à partir de l'indice de Sorensen - Campagne 2024

L'indice de Bray-Curtis nous renseigne sur la similarité quantitative (nombre d'individus de chaque espèce) des peuplements des différentes stations.

Les stations SB CR et SB1 présentent une forte similarité, se regroupant rapidement dans le dendrogramme avec un taux de similarité de 62 %. SB AR, se joint rapidement à ce groupe. Les stations SB2, SB3 et SB4 forment un cluster distinct avec une similarité de 54 %. Enfin, SB Sud se démarque par un faible pourcentage de similarité avec les autres stations.

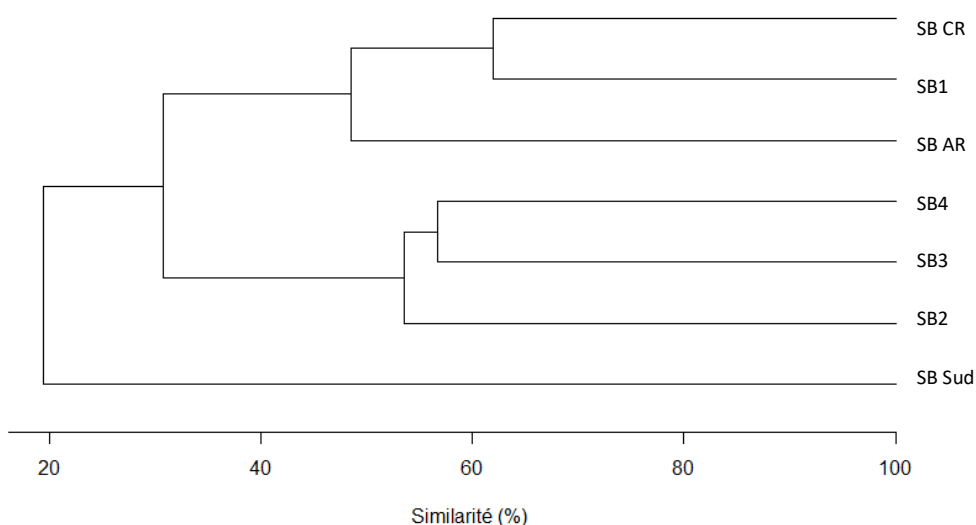


Figure 124 : Dissimilarité déterminée à partir de l'indice de Bray-Curtis - Campagne 2024

Les associations d'espèces varient d'une station à l'autre, bien que certaines associations soient plus fréquentes. Les stations SB1, SB2, SB3, SB4, SB CR et SB AR partagent des espèces dominantes communes. En revanche, les espèces dominantes de la station SB Sud ne se retrouvent jamais parmi les dominantes des autres stations. Cette station présente une richesse spécifique élevée, avec une répartition équilibrée de l'abondance entre les espèces, entraînant une faible dominance (< 10 %).

Tableau 11 : Espèces dominantes - Campagne 2024 (Densité en ind/m² et Dominance en %)

SB1	Densité	Dominance	SB2	Densité	Dominance	SB3	Densité	Dominance
<i>Leiochrides deltaicus</i>	82	31,8	<i>Leiochrides deltaicus</i>	12	22,2	<i>Leptocheirus mariae</i>	15	14,9
<i>P. chrysoderma</i>	50	19,4	<i>P. chrysoderma</i>	9	16,7	<i>Leiochrides deltaicus</i>	13	12,9
						<i>P. chrysoderma</i>	12	11,9
SB4	Densité	Dominance	SB Ref Canal	Densité	Dominance	SB Ref Arcelor	Densité	Dominance
<i>Leiochrides deltaicus</i>	19	26,4	<i>Leiochrides deltaicus</i>	93	29,3	<i>Leiochrides deltaicus</i>	49	32,7
<i>P. chrysoderma</i>	13	18,1	<i>Mediomastus fragilis</i>	33	10,4	<i>P. chrysoderma</i>	18	12
<i>Chaetozone christiei</i>	9	12,5						
SB Ref Sud	Densité	Dominance						
<i>Notomastus aberans</i>	13	7,8						
<i>Aponuphis ornata</i>	11	6,7						
<i>Fustiaria rubescens</i>	10	6,1						

4.3.6 RÉPARTITION DES GROUPES FAUNISTIQUES

Les annélides dominent largement les sept stations, représentant de 59,4 à 80,6% de l'abondance relative totale. Les mollusques (5,4 à 22,2%) sont présents dans les assemblages de chaque station. Les arthropodes ne sont pas présents à la station SB4 mais ont une part importante dans la composition taxonomique (4,3 à 18,8%). Les échinodermes sont présents à toutes les stations mise à part SB Sud est représenté 1,4 à 12,7%.

Les seules données antérieures à disposition pour ce paramètre sont celles de la campagne de 2023. Les résultats des campagnes de 2023 et 2024 sont similaires.

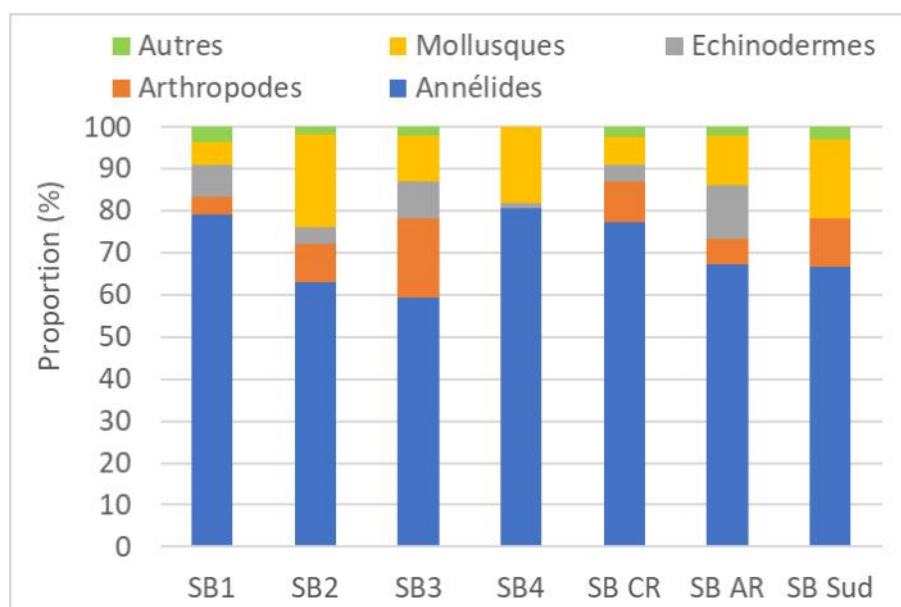


Figure 125 : Répartition des principaux groupes faunistiques en % – Campagne 2024

4.3.7 REPARTITION DES GROUPES TROPHIQUES

Les dépositores dominent largement les sept stations, représentant de 56,4 à 77,9% de l'abondance relative totale. Les suspensivores (10,9 à 22%), les carnivores (4,4 à 14,6%) et les détritivores (0,67 à 18,8%) sont également bien présents dans les assemblages de chaque station. On retrouve une faible part d'omnivores aux stations SB3, SB Ref canal et SB Ref sud.

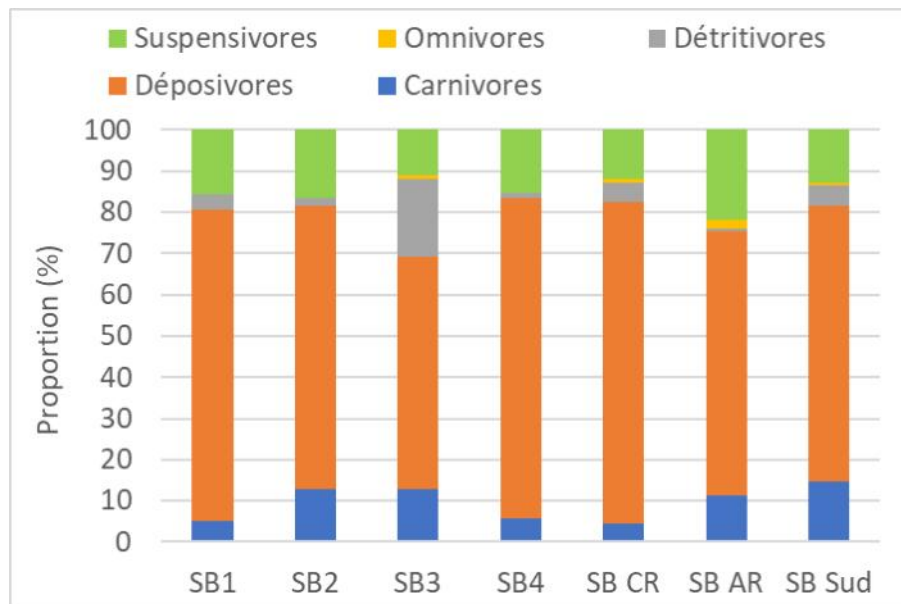


Figure 126 : Répartition des principaux groupes trophiques en % – Campagne 2024

4.3.8 INDICE AMBI

L'AMBI est un indice qui permet de déterminer le statut écologique des peuplements benthiques, en s'appuyant sur la sensibilité/tolérance des espèces à un enrichissement du milieu.

Les indices AMBI calculés à partir des données de 2024 indiquent un milieu modérément pollué sur toutes les stations sauf SB3 et SB Sud dont l'état écologique est considéré comme légèrement pollué.

Tableau 12 : Valeurs de AMBI en 2024

Stations	AMBI	Etat écologique
SB1	4,14	Modérément pollué
SB2	3,36	Modérément pollué
SB3	3,20	Légèrement pollué, état transitoire
SB4	4,26	Modérément pollué
SB Ref canal	3,69	Modérément pollué
SB Ref Arcelor	3,64	Modérément pollué
SB Ref sud	2,11	Légèrement pollué, état transitoire

Les seules données antérieures à disposition pour ce paramètre sont celles de la campagne de 2023. Les résultats de la campagne de 2022 révèlent un état écologique légèrement pollué sur toutes les stations, à l'exception de SB4, qui présente un état écologique modérément pollué.

4.3.9 CONCLUSION SUR LE MACROBENTHOS

L'analyse du benthos dans la zone étudiée montre la présence de nombreux individus appartenant à des espèces caractéristiques de la **biocénose euryhaline eurytherme**. Ceci témoigne de l'influence des apports d'eau douce. Les stations sont situées dans des zones de transition entre différents écosystèmes, ce qui est typique des fonds meubles de la zone industrialo-portuaire du golfe de Fos.

Concernant la **biomasse**, il n'y a pas de distinction entre les stations de référence et les stations proches du rejet.

L'abondance des espèces varie selon les stations. **SB CR et SB1 se démarquant des autres points de prélèvement par leur abondance plus forte.**

Les stations **SB Ref sud et SB Ref canal ont une richesse spécifique significativement supérieure à celles des autres stations.**

Les indices de **Shannon et Piélou**, mesurant respectivement la diversité et l'équilibre des communautés, révèlent une **similitude globale des stations**, hormis les stations SB4 et SB Sud qui diffèrent significativement pour l'indice de Shannon.

La **composition des communautés benthiques** est dominée par les **annélides**, ce qui n'est pas anormal pour ce type de milieux.

Les indices de **Sorensen** et de **Bray-Curtis** ont permis de regrouper certaines stations, comme SB1 avec SB CR, ou encore SB2 avec SB3 et SB4. La station **SB Sud se distingue** par la composition de ses communautés, notamment en ce qui concerne les espèces dominantes, ainsi que par la présence de 24 espèces exclusivement observées sur cette dernière. Cette différence s'explique par la granulométrie sableuse de cette station en lien avec sa profondeur faible et sa proximité avec un banc de sable exposé au clapot de mistral situé le long de la rive Est de la darse 1.

Enfin, l'indice **AMBI** indique un état écologique modérément à légèrement pollué (SB3 et SB Sud).

La comparaison avec des résultats des campagnes antérieures, témoigne d'un caractère fluctuant des caractéristiques de la macrofaune benthique et ne montre pas de signes d'une altération préférentielle des peuplements situés à proximité du rejet.

5 SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET CONCLUSION

L'activité sidérurgique de la société MARCEGAGLIA entraîne le rejet d'eaux dans la darse 1. Les effluents rejetés sont composés d'eaux de refroidissement initialement pompées dans la darse 1, des eaux douces du site industriel ainsi que des eaux en provenance bassin de dessablement aussi appelé « Lagune ».

Une étude d'impact de ces rejets a été réalisée en 2008 et, à sa suite, un suivi régulier à 2 ans d'intervalle a été mis en place à dater de 2010.

Le suivi de l'impact du rejet d'eaux sur le milieu marin vise à mettre en évidence les niveaux de contamination du milieu au niveau des sédiments et de la matière vivante (espèce bioindicateur) ; et d'établir un diagnostic de l'état des peuplements benthiques.

Concernant la qualité des **sédiments** les principales conclusions du suivi sont les suivantes :

- Le taux de **pélites** varie sensiblement en fonction de la profondeur des points de prélèvement. On a d'un côté SB Sud qui est constituée majoritairement de sables et de l'autre SB1 à 5, SB AR, qui constituées principalement de sédiments vaseux. Entre ces deux groupes s'intercalent SB 6 et SB CR qui sont dominées par les pélites, mais dans une proportion moindre que le groupe précédent.

SE LA, est composée d'une part majoritaire de particules fines mais se distingue par la teinte noire des sédiments et un faible teneur en aluminium suggérant une origine biologique (sédiments réduits constitués de débris végétaux provenant du pourtour de la lagune).

Il n'y a pas de tendance à l'envasement ou à l'inverse à l'ensablement sur les stations et notamment celles situées au droit du rejet.

- SE LA montre des teneurs très élevées en **MO et phosphore total**. Les concentrations en **COT et azote** sont variables mais parfois anormalement élevées sur cette station. Concernant les stations de la darse, SB Sud présente les teneurs les plus faibles et à l'inverse SB1 à 5 et SB AR, les teneurs les plus élevées. SB Canal Rhône et SB6 ont des teneurs intermédiaires. Deux pics en phosphore sont observés sur SB1 en 2010 et 2018. SB1. **On ne détecte de tendance d'évolution des concentrations en MO et nutriments avec le temps ni d'enrichissement préférentiel au droit du rejet.**

- SE LA est la station la plus contaminée en **métaux**, puis vient **SB1 qui est située au plus proche et à l'aval du rejet. Cette station, présente des teneurs normalisées moyennes modérées à moyennement fortes selon les métaux, sauf pour le mercure, l'étain et le manganèse pour lesquels elle ne diffère pas des autres stations de la darse 1.**

Les autres stations présentent des niveaux faibles à modérés en métaux. SB Sud est la station la moins contaminée. Pour certains métaux, on détecte une tendance à la hausse uniquement à SB5 qui est située à environ 400 m à l'aval du rejet.

- **Les contaminants organiques :**

Les teneurs normalisées en **HAP** sont comparables entre les stations. Les différences de teneurs brutes sont dues aux variations de taux de pélites. Des pics isolés de contamination sont observés

sur SB5 (2020) et SE LA (2024). **SB1 (station située au plus proche du rejet) ne montre pas de contamination spécifique.**

En moyenne depuis le début du suivi les teneurs en **hydrocarbures totaux** sont faibles sur SB Sud, modérées sur SB6 et SB CR, moyennement fortes sur les autres stations de la darse et très fortes sur SE LA. Les teneurs moyennes normalisées par les pélites confirment qu'il y a une très forte contamination sur SE LA et que **SB1 est en moyenne plus contaminée que certaines des autres stations de la darse**. Une tendance à la baisse semble s'amorcer sur cette station mais elle n'est pas significative.

Les **PCB sont en faibles concentrations sur toutes les stations de la darse**. SE LA se distingue par des teneurs importantes.

Concernant la qualité de la **matière vivante**, les **métaux** présentent globalement des niveaux faibles à modérés, sans tendance claire, bien que certaines stations proches du rejet (MV1, MV2) montrent ponctuellement des concentrations plus élevées, notamment pour le **plomb** (différence significative) et le **zinc** (différence non significative).

Les contaminants organiques (**HAP, hydrocarbures totaux, PCB**) présentent des teneurs faibles à modérées, sans variation notable entre stations ni signe évident d'impact du rejet.

L'étude de la **macrofaune benthique** indique que les espèces observées sont typiques de milieux soumis à des apports d'eau douce, en lien avec la situation estuarienne de la zone d'étude. La biocénose euryhaline et eurytherme est la plus représentée mais une majorité d'espèces ne sont pas caractéristiques d'une biocénose en particulier, ce qui est typique de la zone.

La **biomasse** ne montre pas de différence notable entre stations proches du rejet et stations de référence.

SB1 et SB CR ont une forte **abondance** en 2024 ; SB Ref Sud et SB Ref Canal présentent une **richesse spécifique** plus élevée.

Les indices de **Shannon et Piélou** montrent une diversité globalement similaire, sauf à SB4 et SB Sud qui diffèrent pour l'indice de Shannon.

La **composition taxonomique** des stations montre la dominance des annélide, chose courante dans la zone. SB Sud se distingue par une composition spécifique liée à ses caractéristiques granulométriques sableuses.

Les indices de similarité de Sorensen et de Bray-Curtis indiquent la proximité des peuplements de SB1/SB CR et SB2/SB3/SB4), tandis que SB Sud est isolée, témoignant de sa granulométrie particulière (sédiments sableux et non vaseux comme pour les autres stations).

L'indice AMBI témoigne d'un état modérément pollué sur toutes les stations sauf SB3 et SB Sud qui sont considérées comme légèrement polluées.

En comparaison avec les données des campagnes antérieure, descripteurs étudiés ont des valeurs fluctuantes dans le temps et ne montrent pas une altération préférentielle des stations situées à proximité du rejet.

6**BIBLIOGRAPHIE**

Andral B., Stanisiere., J.Y., Mercier S., 2001. Réseau Intégrateurs Biologiques : évaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2000. Rapport à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse ; convention n° 010706. -Convention Agence de l'Eau du Rhône Méditerranée Corse N 010706/RST.DEL/TL.01-03/Labo. côtier Toulon (2001)

Andral B., Alzieu C., Bertrand M.C., Boissery P., Dauré S., Patrone J., Rebouillon P., Thébault H, 2007. Les guides méthodologiques du RLM, Evaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment.

BASE DE DONNEES SURVAL. <https://surval.ifremer.fr/>

BRIAND MARINE, HERLORY OLIVIER, BRACH-PAPA CHRISTOPHE, BROCHEN MICHELLE, CHAVANON FABIENNE, CHOUTEAU LEELOU, CONNES CORALIE, COUDRAY SYLVAIN, DE VOGÜE BENOIST, GERIGNY OLIVIA, GONZALEZ JEAN-LOUIS, MARCO-MIRALLES FRANCOISE, RAVEL CHRISTOPHE, TOMASINO CORINNE, BRUN MELANIE, BRIANT NICOLAS, LE MONIER PAULINE, DROUET FLORA, BANARU DANIELA, CARLOTTI FRANÇOIS, JAMET DOMINIQUE, JAMET JEAN-LOUIS, BENITO DENIS, BRIAUDEAU TIFANIE, IZAGUIRRE ARAMAYONA URTZI, BOISSERY PIERRE, BOUCHOUCHA MARC, 2022. Campagne SUCHIMED 2021. Surveillance de la contamination chimique en Méditerranée. Ref. RST.ODE/ UL / LERPAC / 22-10. Contrat de coopération public-public spécifique d'application de la convention-cadre Agence de l'Eau RMC / Ifremer n° 1000837, 150pp.. Ifremer. <https://doi.org/10.13155/93160>

Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2016. Résultats acquis jusqu'en 2016. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER - PAC/17 - 03/Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, 142 p. Ce bulletin a été élaboré sous la responsabilité du chef de laboratoire, Christophe Brach - Papa par Françoise Mirallès, Valérie Orsoni en collaboration avec l'équipe du laboratoire, à l'aide des outils AURIGE préparés par Ifremer/ODE/VIGIES et les coordinateurs(trices) de réseaux

Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2018. Résultats acquis jusqu'en 2018. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER - PAC/17 - 03/Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, 142 p. Ce bulletin a été élaboré sous la responsabilité du chef de laboratoire, Christophe Brach - Papa par Françoise Mirallès, Valérie Orsoni en collaboration avec l'équipe du laboratoire, à l'aide des outils AURIGE préparés par Ifremer/ODE/VIGIES et les coordinateurs(trices) de réseaux

Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2019. Résultats acquis jusqu'en 2019. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER - PAC/17 - 03/Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, 142 p. Ce bulletin a été élaboré sous la responsabilité du chef de laboratoire, Christophe Brach - Papa par Françoise Mirallès, Valérie Orsoni en collaboration avec l'équipe du

laboratoire, à l'aide des outils AURIGE préparés par Ifremer/ODE/VIGIES et les coordinateurs(trices) de réseaux

CREOCEAN, 2008. Etude d'impact des rejets aqueux sur le milieu marin de la darse n°1. 325p.

DEART Y., BRITAYEV T., 2014. "New" benthic community dominated by Oweniidae (Polychaeta, Oweniidae) at the Murman coast: Structure and causes of appearance. Published in Doklady Akademii Nauk, 2014, Vol. 454, No. 2, pp. 232–236.

EGIS EAU, 2009. Détermination de l'aléa de référence pour les crues du Rhône en aval de Beaucaire. Modélisations spécifiques Rapport. Direction Régionale de l'Environnement Rhône-Alpes Bassin Rhône Méditerranée. 61p.

HEIP C., KEEGAN B.F., LEWID J.R., 1985. Long-term changes in coastal benthic communities. Proceedings of a Symposium, held in Brussels, Belgium. December 9-12, 1985. Edited by C. Heip, B.F. Keegan and J.R. Lewis. Reprinted from Hydrobiologia, vol. 142. 340p.

IN VIVO, 2012. Suivi 2012 de l'impact des rejets d'ASCOMETAL sur le milieu marin. 179p.

IN VIVO, 2014. Suivi 2014 de l'impact des rejets de l'usine de sidérurgie ASCO-industrie sur le milieu marin. 165p.

MARCO-MIRALLES F, ORSONI V, BRACH-PAPA C, 2018. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2017. Départements des Bouches du Rhône, du Var, des Alpes Maritimes et de Haute-Corse. ODE/UL/LER-PAC/18-06. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00467/57907/>

RNO 1998. Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 1998. Ifremer et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

SAFEGE Ingénieurs conseils, 2011. Suivi de l'impact des rejets d'ASCOMETAL sur le milieu marin. 143p.

SARGIAN PEGGY, ANDRAL BRUNO (2013). RINBIO 2012 - Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2012.

SETEC ENERGIE NEVIRONNEMENT, 2023. Suivi 2022 de l'impact des rejets sur le milieu marin du site ASCOMETAL Fos-sur-Mer. 194p.

SETEC IN VIVO, 2016. Suivi 2016 de l'impact des rejets sur le milieu marin du site ASCO INDUSTRIES Fos-sur-Mer. 196p.

SETEC IN VIVO, 2018. Suivi 2018 de l'impact des rejets sur le milieu marin du site ASCO INDUSTRIES Fos-sur-Mer. 246p.

SETEC IN VIVO, 2020. Suivi 2020 de l'impact des rejets sur le milieu marin du site ASCOMETAL Fos-sur-Mer. 202 p.

WITKOWSKI FANNY, ANDRAL BRUNO, TOMASINO CORINNE, 2017. Campagne RINBIO 2015. Surveillance des niveaux de contamination chimique pour biomonitoring actif. Ref. RST.ODE/UL/LER-PAC/17-06. Ifremer. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00419/53043/>

Figure 1 : Localisation géographique du site	1
Figure 2 : Débouché du canal recevant les rejets en darse 1	2
Figure 3 : Principales entreprises autour des darses du bassin Ouest du GPMM (Source : GPMM).....	3
Figure 4 : Hydrosystème autour du terminal méthanier de Fos-Tonkin (CREOCEAN, 2013).....	5
Figure 5 : Bathymétrie quai et darse GDF Tonkin en mètres CM (Côte marine), août 2021 (Source : GPMM 2021).....	6
Figure 6 : Roses des courants par temps calme - Tiré de Cabinet A. Ramade/GERIM 2005	7
Figure 7 : Roses des courants par vents de reflux (mistral et NNE) - Tiré de Cabinet A. Ramade/GERIM 2005	8
Figure 8 : Roses des courants par vents d'afflux (sud et sud-est) - Tiré de Cabinet A. Ramade/GERIM 2005.....	9
Figure 9 : Données météorologiques enregistrées à la station de l'aéroport d'Istres le tubé en novembre 2024 - : Date de prélèvements (Source : https://www.infoclimat.fr).....	10
Figure 10 : Données météorologiques enregistrées à la station de l'aéroport d'Istres le tubé en février 2024 - : Date de prélèvements (Source : https://www.infoclimat.fr).....	11
Figure 11 : Localisation des stations de prélèvement de sédiment marin	12
Figure 12 : Localisation des stations de prélèvement de moules	17
Figure 13 : Modèle des Indices biotiques montrant l'importance relative des différents groupes écologiques le long du gradient de perturbations croissantes (Glémarec et Hily, 1981).....	23
Figure 14 : Base écologique de l'indice AMBI (Borja et al., 2000)	24
Figure 15 : Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques	24
Figure 16 : Evolution du taux de pélites depuis le début du suivi	26
Figure 17 : Localisation des stations, teneurs en pélites mesurées en 2024 et moyennes.....	27
Figure 18 : Evolution de la concentration en aluminium depuis le début du suivi.....	28
Figure 19 : Localisation des stations, teneurs en aluminium mesurées en 2024 et moyennes	29
Figure 20 : Aluminium en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)	29
Figure 21 : Evolution du taux de Matière Organique depuis le début du suivi.....	31
Figure 22 : Localisation des stations, teneurs en MO mesurées en 2024 et moyennes	32
Figure 23 : MO en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)	33
Figure 24 : Concentrations normalisées en MO par les pélites et le COT.....	33
Figure 25 : Evolution de la concentration en Carbone Organique Total depuis le début du suivi	34
Figure 26 : Localisation des stations, teneurs en COT mesurées en 2024 et moyennes.....	35
Figure 27 : COT en fonction des pélites.....	35
Figure 28 : Concentrations normalisées en COT par les pélites.....	36
Figure 29 : Evolution de la concentration en Azote Total Kjeldahl (NTK) depuis le début du suivi	37
Figure 30 : Localisation des stations, teneurs en NTK mesurées en 2024 et moyennes.....	38
Figure 31 : Azote Kjeldahl en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)	38
Figure 32 : Concentrations normalisées en azote Kjeldahl par le COT.....	39
Figure 33 : Evolution de la concentration en Phosphore total depuis le début du suivi.....	40
Figure 34 : Localisation des stations, teneurs en Phosphore total mesurées en 2024 et moyennes	41
Figure 35 : Azote Kjeldahl en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axe Y en échelle logarithmique base 10	42
Figure 36 : Concentrations normalisées en Ptot par les pélites.....	42
Figure 37 : Evolution de la concentration en cadmium depuis le début du suivi	43
Figure 38 : Localisation des stations, teneurs en cadmium mesurées en 2024 et moyennes.....	44
Figure 39 : Cadmium en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10	45
Figure 40 : Concentrations normalisées en Cadmium par les pélites et le COT.....	45
Figure 41 : Evolution de la concentration en cuivre depuis le début du suivi	46
Figure 42 : Localisation des stations, teneurs en cuivre mesurées en 2024 et moyennes.....	47
Figure 43 : Cuivre en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10....	47
Figure 44 : Concentrations normalisées en cadmium par les pélites et le COT	48

Figure 45 : Evolution de la concentration en chrome depuis le début du suivi.....	49
Figure 46 : Localisation des stations, teneurs en chrome mesurées en 2024 et moyennes	50
Figure 47 : Chrome en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10	50
Figure 48 : Concentrations normalisées en chrome par le COT.....	51
Figure 49 : Evolution de la concentration en plomb depuis le début du suivi	52
Figure 50 : Localisation des stations, teneurs en plomb mesurées en 2024 et moyennes	53
Figure 51 : Plomb en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10	53
Figure 52 : Concentrations normalisées en plomb par le COT et les pélites.....	54
Figure 53 : Evolution de la concentration en zinc depuis le début du suivi	55
Figure 54 : Localisation des stations, teneurs en zinc mesurées en 2024 et moyennes.....	56
Figure 55 : Zinc en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10.....	56
Figure 56 : Concentrations normalisées en zinc par le COT et les pélites.....	57
Figure 57 : Evolution de la concentration en nickel depuis le début du suivi	58
Figure 58 : Localisation des stations, teneurs en nickel mesurées en 2024 et moyennes	59
Figure 59 : Nickel en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10.....	59
Figure 60 : Concentrations normalisées en nickel par le COT et les pélites.....	60
Figure 61 : Evolution de la concentration en mercure depuis le début du suivi	61
Figure 62 : Localisation des stations, teneurs en mercure mesurées en 2024 et moyennes	62
Figure 63 : Mercure en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10.....	62
Figure 64 : Evolution de la concentration en étain depuis le début du suivi sur SE LA.....	63
Figure 65 : Evolution de la concentration en fer depuis le début du suivi.....	64
Figure 66 : Localisation des stations, teneurs en fer mesurées en 2024 et moyennes.....	65
Figure 67 : Fer en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10	66
Figure 68 : Concentrations normalisées en fer par le COT et les pélites	66
Figure 69 : Evolution de la concentration en fer depuis le début du suivi.....	67
Figure 70 : Localisation des stations, teneurs en manganèse mesurées en 2024 et moyennes.....	68
Figure 71 : Manganèse en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite) – Axes Y en échelle logarithmique base 10	69
Figure 72 : Concentrations normalisées en manganèse par le COT et les pélites.....	69
Figure 73 : Evolution de la concentration de la somme des 16 HAP depuis le début du suivi	70
Figure 74 : Localisation des stations, teneurs de la somme des 16 HAP mesurées en 2024 et moyennes.....	71
Figure 75 : HAP en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite)	72
Figure 76 : Concentrations normalisées de la somme des 16 HAP par les pélites	72
Figure 77 : Profil en HAP des échantillons analysés en 2024	73
Figure 78 : Evolution de la concentration des hydrocarbures totaux depuis le début du suivi.....	74
Figure 79 : Localisation des stations, teneurs des HC mesurées en 2024 et moyennes	75
Figure 80 : Hydrocarbures totaux en fonction des pélites (à gauche) et du COT (à droite).....	75
Figure 81 : Concentrations normalisées des hydrocarbures totaux par les pélites.....	76
Figure 82 : Evolution de la concentration des PCB depuis le début du suivi.....	77
Figure 83 : Localisation des stations, teneurs des PCB mesurées en 2024 et moyennes	78
Figure 84 : Localisation des stations et évolution de l'indice de condition de Lawrence et Scott.....	82
Figure 85 : Localisation des stations et évolution des teneurs en aluminium	83
Figure 86 : Aluminium en fonction de l'indice de condition LS.....	84
Figure 87 : Localisation des stations et évolution des teneurs en arsenic.....	85
Figure 88 : Arsenic en fonction de l'indice de condition LS.....	86
Figure 89 : Localisation des stations et évolution des teneurs en cadmium	87
Figure 90 : Cadmium en fonction de l'indice de condition LS.....	88
Figure 91 : Localisation des stations et évolution des teneurs en chrome	89
Figure 92 : Chrome en fonction de l'indice de condition LS.....	90
Figure 93 : Localisation des stations et évolution des teneurs en cuivre	91
Figure 94 : Cuivre en fonction de l'indice de condition LS.....	92
Figure 95 : Localisation des stations et évolution des teneurs en fer	93

Figure 96 : Fer en fonction de l'indice de condition LS.....	94
Figure 97 : Localisation des stations et évolution des teneurs en manganèse.....	95
Figure 98 : Manganèse en fonction de l'indice de condition LS.....	96
Figure 99 : Localisation des stations et évolution des teneurs en mercure.....	97
Figure 100 : Mercure en fonction de l'indice de condition LS.....	98
Figure 101 : Localisation des stations et évolution des teneurs en nickel.....	99
Figure 102 : Nickel en fonction de l'indice de condition LS.....	100
Figure 103 : Localisation des stations et évolution des teneurs en plomb.....	101
Figure 104 : Plomb en fonction de l'indice de condition LS.....	102
Figure 105 : Localisation des stations et évolution des teneurs en zinc.....	103
Figure 106 : Zinc en fonction de l'indice de condition LS.....	104
Figure 107 : Localisation des stations et évolution des teneurs en HAP.....	105
Figure 108 : HAP en fonction de l'indice de condition LS.....	106
Figure 109 : Profil en HAP des échantillons de moules analysés en 2024.....	106
Figure 110 : Localisation des stations et évolution des hydrocarbures totaux.....	107
Figure 111 : Indice hydrocarbure en fonction de l'indice de condition LS.....	108
Figure 112 : Localisation des stations et évolution des PCB.....	109
Figure 113 : PCB en fonction de l'indice de condition LS.....	110
Figure 114 : (A) <i>Heteromastus filiformis</i> – (B) <i>Iphinoe tenella</i>	114
Figure 115 : Richesse spécifique (nb espèces) - Campagne 2024.....	115
Figure 116 : Richesse spécifique (nb espèces) - Campagne 2024.....	116
Figure 117 : Comparaison de la richesse spécifique depuis 2008.....	116
Figure 118 : Densité - Campagne 2024 (Barres d'erreur = écart type).....	117
Figure 119 : Comparaison de la densité (ind/m ²) depuis 2008.....	117
Figure 120 : Biomasse (g/m ²) – Campagne 2024 (Barres d'erreur = écart type).....	118
Figure 121 : Equitabilité J et Diversité H' - Campagne 2024.....	119
Figure 122 : Evolution des indices d'équitabilité (J') et de diversité (H').....	119
Figure 123 : Similarité déterminée à partir de l'indice de Sorensen - Campagne 2024.....	120
Figure 124 : Dissimilarité déterminée à partir de l'indice de Bray-Curtis - Campagne 2024.....	120
Figure 125 : Répartition des principaux groupes faunistiques en % – Campagne 2024.....	121
Figure 126 : Répartition des principaux groupes trophiques en % – Campagne 2024.....	122

8 TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Température, vent et précipitation sept jours avant les campagnes mesurés à la station de l'aéroport d'Istres le tubé (Source : https://www.infoclimat.fr).....	11
Tableau 2 : Coordonnées géographiques (WGS 84) des stations de prélèvements de sédiments.....	12
Tableau 3 : Paramètres analysés sur les sédiments par le laboratoire EUROFINs.....	13
Tableau 4 : Grille de qualité pour les sédiments- MS = Matière Sèche.....	14
Tableau 5 : Coordonnées géographiques (WGS 84) des stations de prélèvements de moules.....	16
Tableau 6 : Grille de qualité pour les moules. PS : Poids sec.....	18
Tableau 7 : Concentration en nitrate (mg/kg MS).....	43
Tableau 8 : Résultats 2024 des analyses de sédiments et niveaux de concentration.....	79
Tableau 9 : Résultats 2024 des analyses sur la chair de moules et niveaux de concentration.....	111
Tableau 10 : Indicateurs biologiques (% abondance individus).....	115
Tableau 11 : Espèces dominantes - Campagne 2024 (Densité en ind/m ² et Dominance en %).....	121
Tableau 12 : Valeurs de AMBI en 2024.....	122

ANNEXE 1 RAPPORTS D'ANALYSES DES SEDIMENTS

Page 1/15



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

GALATEA
Delphine VALETTE
 ACTIPARC 2
 Bâtiment A
 Chemin St Lambert
 13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	SB 1
002	Sédiments	(SED)	SB 2
003	Sédiments	(SED)	SB 3
004	Sédiments	(SED)	SB 4
005	Sédiments	(SED)	SB 5
006	Sédiments	(SED)	SB 6
007	Sédiments	(SED)	SB Ref CR
008	Sédiments	(SED)	SB Ref Arcelor
009	Sédiments	(SED)	SB Ref Sud
010	Sédiments	(SED)	SE Lagune

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
 Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	SB 5	SB 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Date de début d'analyse :	04/12/2024	29/11/2024	04/12/2024	29/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Température de l'air de l'enceinte :	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : Prétraitement et séchage à 40°C	*	Fait	*	Fait	*	Fait	*	Fait	*	Fait
LSA07 : Matière sèche	% P.B.	50.6	51.5	49.9	51.3	57.7	69.3			
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	%	24.6	34.2	34.8	32.1	1.04	29.5			

Mesures physiques

LS901 : Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	% MS	5.6	6.2	7.3	8.2	5.3	2.1
---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Granulométrie

LS4WH : Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	%	7.26	8.50	8.26	6.67	7.76	5.30
LS4P2 : Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	%	53.09	64.22	63.64	51.98	57.33	36.79
LSQK3 : Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	%	78.33	92.67	89.41	77.55	80.73	54.16
LS3PB : Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	%	94.76	100.00	99.71	98.54	99.77	96.14
LS9AT : Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	45.83	55.72	55.37	45.31	49.58	31.49
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	25.24	28.45	25.78	25.58	23.40	17.38
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	16.43	7.33	10.30	20.99	19.04	41.98
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	5.24	0.00	0.29	1.46	0.23	3.86

Indices de pollution

LKX80 : Mise en solution KCl		Fait	Fait	Fait	Fait	Fait	Fait
LS1Z8 : Ammonium extrait au KCl (NH4)	mg NH4/kg M.S.	<20.0	54.4	<20.0	34.0	42.7	45.5
LS904 : Mise en solution (Lixiviation 1 heure)		Fait	Fait	Fait	Fait	Fait	Fait

 Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
 Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

 ACCREDITATION
 N° 1- 1488
 Portée disponible sur
www.cofrac.fr


RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	SB 5	SB 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Date de début d'analyse :	04/12/2024	29/11/2024	04/12/2024	29/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Température de l'air de l'enceinte :	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C

Indices de pollution

LS0DR : Fluorure soluble	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
LS1MD : Nitrate soluble (NO3)	mg/kg M.S.	36.7	<20.0	<20.0	54.0	<20.0	31.9
LS1ME : Nitrite soluble (NO2)	mg/kg M.S.	77.6	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
LS1MF : Orthophosphate soluble (PO4-P)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
ZS0HH : Carbone organique total (COT) par combustion sèche							
Carbone Organique Total par Combustion	mg C/kg M.S. *	25000	31300	28500	27500	22100	10200
Carbone Organique Total	% C *	2.50	3.13	2.85	2.75	2.21	1.02
LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S. *	1.8	2.2	2.2	1.8	1.7	1.0
ZS02S : Chrome VI	mg/kg M.S.	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
LS917 : Cyanures totaux	mg/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		Fait	Fait	Fait	Fait	Fait	Fait
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S. *	11100	12900	13700	13800	13800	8550
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S. *	<0.40	<0.40	<0.41	<0.40	<0.40	<0.40
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S. *	84.7	38.4	34.4	36.4	42.5	20.5
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S. *	40.5	29.1	26.2	28.4	27.9	14.8
LS875 : Etain (Sn)	mg/kg M.S. *	<5.00	<5.00	<5.12	<5.00	<5.00	<5.00
LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S. *	41600	37300	35900	34500	33500	18300
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S. *	461	585	524	530	540	396
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S. *	29.0	29.0	25.5	26.6	27.3	18.2
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S. *	620	658	599	624	610	534
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S. *	45.2	35.0	30.5	33.3	35.2	18.6
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S. *	200	93.7	90.1	99.1	170	61.1
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg M.S. *	0.13	0.22	0.17	0.19	0.21	<0.10

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr



RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	SB 5	SB 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Date de début d'analyse :	04/12/2024	29/11/2024	04/12/2024	29/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Température de l'air de l'enceinte :	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches)

(C10-C40)

Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	181	*	121	*	102	*	113	*	101	*	46.8
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		3.17		2.70		0.44		2.93		7.13		4.79
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		21.3		13.5		11.8		12.5		8.68		2.49
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		63.8		42.2		39.9		40.8		32.5		16.2
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		92.9		62.7		49.7		56.9		52.4		23.3

ZS0DY : Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40

> C10 - C12 inclus (%)	%		0.56		0.47		0.15		0.63		2.78		2.80
> C12 - C16 inclus (%)	%		1.20		1.76		0.28		1.96		4.30		7.44
> C16 - C20 inclus (%)	%		6.76		5.41		5.21		5.52		4.31		1.06
> C20 - C24 inclus (%)	%		10.03		11.32		12.76		5.51		8.91		9.11
> C24 - C28 inclus (%)	%		18.05		18.19		20.08		24.70		16.42		16.71
> C28 - C32 inclus (%)	%		27.65		24.39		33.61		23.94		25.33		27.07
> C32 - C36 inclus (%)	%		31.50		36.57		22.70		26.89		32.62		33.41
> C36 - C40 exclus (%)	%		4.26		1.88		5.19		10.85		5.35		2.39
> C10 - C12 inclus	mg/kg M.S.		1.01		0.57		0.15		0.71		2.80		1.31
> C12 - C16 inclus	mg/kg M.S.		2.17		2.13		0.29		2.22		4.33		3.48
> C16 - C20 inclus	mg/kg M.S.		12.25		6.55		5.31		6.24		4.34		0.50
> C20 - C24 inclus	mg/kg M.S.		18.17		13.72		13.00		6.23		8.97		4.26
> C24 - C28 inclus	mg/kg M.S.		32.70		22.04		20.46		27.94		16.53		7.82
> C28 - C32 inclus	mg/kg M.S.		50.10		29.55		34.24		27.08		25.50		12.66
> C32 - C36 inclus	mg/kg M.S.		57.07		44.31		23.13		30.41		32.84		15.63
> C36 - C40 exclus	mg/kg M.S.		7.72		2.28		5.29		12.27		5.39		1.12

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.032	*	0.069	*	0.062	*	0.049	*	0.056	*	0.012
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	0.0053	*	0.0053	*	0.0036	*	0.0037	*	<0.002

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr



RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	SB 5	SB 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Date de début d'analyse :	04/12/2024	29/11/2024	04/12/2024	29/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
Température de l'air de l'enceinte :	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.035	*	0.061	*	0.071	*	0.048	*	0.032	*	<0.0022
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.019	*	0.032	*	0.044	*	0.024	*	0.023	*	<0.002
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.037	*	0.047	*	0.058	*	0.043	*	0.043	*	0.017
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.048	*	0.06	*	0.075	*	0.055	*	0.048	*	0.02
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.034	*	0.04	*	0.047	*	0.035	*	0.032	*	0.014
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.014	*	0.021	*	0.026	*	0.018	*	0.011	*	0.0039
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	<0.0024	*	<0.0022	*	<0.0025	*	<0.0022	*	<0.0023	*	<0.0021
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	0.0041	*	0.0029	*	<0.002	*	<0.0021	*	<0.002
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0083	*	0.013	*	0.017	*	0.012	*	0.0089	*	<0.002
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.021	*	0.034	*	0.049	*	0.025	*	0.021	*	<0.002
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.052	*	0.066	*	0.08	*	0.06	*	0.058	*	0.023
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.016	*	0.024	*	0.028	*	0.019	*	0.021	*	0.0084
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.038	*	0.045	*	0.054	*	0.04	*	0.042	*	0.016
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.037	*	0.046	*	0.055	*	0.041	*	0.043	*	0.017
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.39		0.57		0.67		0.47		0.44		0.13

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	0.0013	*	<0.001	*	<0.001	*	0.001	*	0.0016	*	<0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0012	*	<0.001	*	0.0012	*	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	0.0035	*	0.0015	*	0.0021	*	0.0025	*	0.0022	*	0.0018
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0042	*	0.0016	*	0.0026	*	0.0027	*	0.0031	*	0.0024
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	0.004	*	0.0011	*	0.0015	*	0.0019	*	0.0019	*	0.0012
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.015		0.006		0.009		0.010		0.011		0.007

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr



RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
SB Ref CR
008
SB Ref
Arcelor
009
SB Ref Sud
010
SE Lagune
SED
SED
SED
SED

28/11/2024

28/11/2024

28/11/2024

28/11/2024

03/12/2024

03/12/2024

29/11/2024

04/12/2024

6.4°C

6.4°C

6.4°C

6.4°C

Préparation Physico-Chimique

 XXS06 : **Prétraitement et séchage à 40°C**

*

Fait

*

Fait

*

Fait

*

Fait

 LSA07 : **Matière sèche**

% P.B.

*

61.1

*

55.7

*

68.3

*

16.2

 XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**

%

*

31.6

*

30.0

*

1.62

*

42.3

Mesures physiques

 LS901 : **Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)**

% MS

*

4.4

*

6.5

*

1.2

*

9.8

Granulométrie

 LS4WH : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm**

%

*

6.93

*

7.44

*

1.48

*

23.64

 LS4P2 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm**

%

*

50.18

*

59.24

*

9.30

*

68.05

 LSQK3 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm**

%

*

71.47

*

86.90

*

11.83

*

86.02

 LS3PB : **Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm**

%

*

95.40

*

99.91

*

80.31

*

93.13

 LS9AT : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm**

%

*

100.00

*

100.00

*

100.00

*

100.00

 LS9AS : **Fraction 2 - 20 µm**

%

*

43.25

*

51.80

*

7.81

*

44.41

 LSSKU : **Fraction 20 - 63 µm**

%

*

21.28

*

27.66

*

2.54

*

17.97

 LS9AV : **Fraction 63 - 200 µm**

%

*

23.93

*

13.01

*

68.48

*

7.12

 LS3PC : **Fraction 200 - 2000 µm**

%

*

4.60

*

0.09

*

19.69

*

6.87

Indices de pollution

 LKX80 : **Mise en solution KCl**

Fait

Fait

Fait

Fait

 LS128 : **Ammonium extrait au KCl (NH4)**

 mg NH4/kg
M.S.

55.1

47.1

<20.0

<91.4

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne

5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne

Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env

SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

 ACCREDITATION
 N° 1- 1488
 Portée disponible sur
 www.cofrac.fr


RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007	008	009	010
SB Ref CR	SB Ref Arcelor	SB Ref Sud	SE Lagune
SED	SED	SED	SED
28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024
03/12/2024	03/12/2024	29/11/2024	04/12/2024
6.4°C	6.4°C	6.4°C	6.4°C

Indices de pollution

LS904 : Mise en solution (Lixiviation 1 heure)		Fait	Fait	Fait	Fait
LS0DR : Fluorure soluble	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
LS1MD : Nitrate soluble (NO3)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<62.7
LS1ME : Nitrite soluble (NO2)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
LS1MF : Orthophosphate soluble (PO4-P)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
ZS0HH : Carbone organique total (COT) par combustion sèche					
Carbone Organique Total par Combustion	mg C/kg M.S. *	14500	22900	3310	27700
Carbone Organique Total	% C *	1.45	2.29	0.33	2.77
LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S. *	1.3	1.4	<0.5	0.9
ZS02S : Chrome VI	mg/kg M.S.	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
LS917 : Cyanures totaux	mg/kg M.S.	<0.5	0.6	<0.5	<1.2

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		Fait	Fait	Fait	Fait
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S. *	10500	13300	6270	3280
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S. *	<0.40	<0.40	<0.40	0.43
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S. *	23.3	29.9	15.1	2750
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S. *	17.5	24.9	<5.00	1050
LS875 : Etain (Sn)	mg/kg M.S. *	<5.00	<5.00	<5.00	63.0
LS876 : Fer (Fe)	mg/kg M.S. *	21900	31400	13300	357000
LS879 : Manganèse (Mn)	mg/kg M.S. *	438	484	364	4710
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S. *	20.9	26.3	16.0	374
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S. *	594	572	394	3890
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S. *	22.0	31.5	10.1	1110

 Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
 Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

 ACCREDITATION
 N° 1- 1488
 Portée disponible sur
www.cofrac.fr


RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
SB Ref CR

008
SB Ref
Arcelor

009
SB Ref Sud

010
SE Lagune

SED

SED

SED

SED

28/11/2024

28/11/2024

28/11/2024

28/11/2024

03/12/2024

03/12/2024

29/11/2024

04/12/2024

6.4°C

6.4°C

6.4°C

6.4°C

Métaux

LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	72.0	*	92.1	*	35.8	*	6410
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	*	0.11	*	0.14	*	<0.10	*	<0.10

Hydrocarbures totaux
LS919 : **Hydrocarbures totaux (4 tranches)****(C10-C40)**

Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	27.6	*	112	*	<15.0	*	9230
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		5.24		2.72		-		599
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		4.03		12.1		-		1580
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		4.05		40.1		-		4960
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		14.3		56.6		-		2080

ZS0DY : **Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40**

> C10 - C12 inclus (%)	%		0.99		1.01		-		0.17
> C12 - C16 inclus (%)	%		17.98		1.42		-		6.32
> C16 - C20 inclus (%)	%		13.30		5.28		-		10.52
> C20 - C24 inclus (%)	%		1.80		11.10		-		12.65
> C24 - C28 inclus (%)	%		5.87		18.38		-		24.26
> C28 - C32 inclus (%)	%		22.50		25.83		-		35.62
> C32 - C36 inclus (%)	%		34.44		33.52		-		9.000
> C36 - C40 exclus (%)	%		3.12		3.45		-		1.47
> C10 - C12 inclus	mg/kg M.S.		0.27		1.13		-		15.69
> C12 - C16 inclus	mg/kg M.S.		4.97		1.58		-		583.4
> C16 - C20 inclus	mg/kg M.S.		3.68		5.89		-		971.1
> C20 - C24 inclus	mg/kg M.S.		0.50		12.38		-		1168
> C24 - C28 inclus	mg/kg M.S.		1.62		20.50		-		2239
> C28 - C32 inclus	mg/kg M.S.		6.22		28.81		-		3288
> C32 - C36 inclus	mg/kg M.S.		9.52		37.39		-		830.8
> C36 - C40 exclus	mg/kg M.S.		0.86		3.85		-		135.7

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr



RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
SB Ref CR

008
SB Ref
Arcelor
SED

009
SB Ref Sud

010
SE Lagune

SED

SED

SED

SED

28/11/2024

28/11/2024

28/11/2024

28/11/2024

03/12/2024

03/12/2024

29/11/2024

04/12/2024

6.4°C

6.4°C

6.4°C

6.4°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	<0.0022	*	0.013	*	<0.0022	*	0.62
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	<0.002	*	0.0071	*	<0.002	*	0.22
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.0075	*	0.034	*	<0.0023	*	0.92
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.037	*	0.067	*	<0.002	*	0.19
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.029	*	0.05	*	0.007	*	0.06
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.03	*	0.048	*	0.0091	*	0.11
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.02	*	0.036	*	0.0048	*	0.039
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0074	*	0.016	*	<0.002	*	0.024
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	<0.0022	*	0.0039	*	<0.0022	*	0.081
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	<0.002	*	<0.0022	*	<0.002	*	0.024
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.015	*	0.022	*	<0.002	*	0.027
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.05	*	0.094	*	<0.002	*	0.23
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.04	*	0.068	*	0.0085	*	0.088
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.015	*	0.023	*	0.0034	*	0.085
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.035	*	0.061	*	0.0054	*	0.051
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.025	*	0.054	*	0.0045	*	0.046
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.31		0.6		0.044		2.8

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.0011	*	<0.001	*	0.017
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.0011	*	<0.001	*	0.0079
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	0.0017	*	<0.0012	*	<0.001	*	0.011
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	0.0026	*	<0.0013	*	<0.001	*	0.0061
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	0.0031	*	<0.0013	*	<0.001	*	0.03
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	0.0034	*	0.0015	*	<0.001	*	0.03
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	0.0018	*	<0.0013	*	<0.001	*	0.026
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.014		0.005		0.004		0.128

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1-1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr



RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

Observations	N° d'échantillon	Référence client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Naphtalène est LQ labo/2	(007) (009)	SB Ref CR / SB Ref Sud /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52 est LQ labo/2	(005) (007)	SB 5 / SB Ref CR /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101 est LQ labo/2	(003)	SB 3
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118 est LQ labo/2	(002) (006)	SB 2 / SB 6 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(009)	SB Ref Sud
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 180 est LQ labo/2	(008)	SB Ref Arcelor
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 118 est LQ labo/2	(001) (004)	SB 1 / SB 4 /
nh4 : rendu a la main, ne s'exporte pas	(001) (003)	SB 1 / SB 3 /

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971


 ACCREDITATION
 N° 1- 1488
 Portée disponible sur
www.cofrac.fr


RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E224233

Version du : 23/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Date de réception technique : 28/11/2024

Première date de réception physique : 28/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Nom Projet : MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Référence Commande :

**Elisa Gitzhofer**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 15 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

cofrac
ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

ESSAIS

Annexe technique
Dossier N° :24E224233

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Emetteur : Madame Delphine Valette

Commande EOL : 006-10514-1228439

 Nom projet : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024
 MARCEGAGLIA

Référence commande :

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LKX80	Mise en solution KCl	Technique -				Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS0DR	Fluorure soluble	Potentiométrie (ESI) [Electrode spécifique] - Dosage selon NF T 90-004	20		mg/kg M.S.	
LS1MD	Nitrate soluble (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF EN ISO 15923-1	20		mg/kg M.S.	
LS1ME	Nitrite soluble (NO2)		20		mg/kg M.S.	
LS1MF	Orthophosphate soluble (PO4-P)		20		mg/kg M.S.	
LS1Z8	Ammonium extrait au KCl (NH4)	Titrimétrie [Distillation] - Méthode interne	20		mg NH4/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0		%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [ou GC/ECD - Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17322	0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	30%	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	29%	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	37%	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm		0		%	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - Méthode interne	5	50%	mg/kg M.S.	
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	40%	mg/kg M.S.	
LS872	Chrome (Cr)		5	45%	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	50%	mg/kg M.S.	
LS875	Etain (Sn)		5	30%	mg/kg M.S.	
LS876	Fer (Fe)		5	25%	mg/kg M.S.	
LS879	Manganèse (Mn)		1	30%	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	45%	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	30%	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	25%	mg/kg M.S.	
LS901	Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	Combustion - adaptée de XP P 94-047	0.1		% MS	
LS904	Mise en solution (Lixiviation 1 heure)	Lixiviation - Méthode interne				

 Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
 Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

Annexe technique
Dossier N° :24E224233

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Emetteur : Madame Delphine Valette

Commande EOL : 006-10514-1228439

Nom projet : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Référence commande :

MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - Méthode interne (Sols) - NF EN 13342 (autres matrices)	0.5	35%	g/kg M.S.	
LS917	Cyanures totaux	Flux continu [Extraction basique et dosage par flux continu] - Adaptée de NF EN ISO 14403-2	0.5	40%	mg/kg M.S.	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 14039	15	45%	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0		%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0		%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	5%	% P.B.	
LSA09	Mercuré (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - Méthode interne	0.1	20%	mg/kg M.S.	
LSFEH	Somme PCB (7)	Calcul - Calcul			mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP				mg/kg M.S.	
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17503	0.002	46%	mg/kg M.S.	
LSRHi	Fluorène		0.002	27%	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	39%	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo(a)-anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	39%	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	32%	mg/kg M.S.	

Annexe technique
Dossier N° :24E224233

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Emetteur : Madame Delphine Valette

Commande EOL : 006-10514-1228439

Nom projet : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024

Référence commande :

MARCEGAGLIA

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRHW	Acénaphthène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Péryène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -				
XXS06	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464				
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamissage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464	1		%	
ZS02S	Chrome VI	Chromatographie ionique - UV/VIS [Digestion Alcaline] - NF EN ISO 15192	0.5	19%	mg/kg M.S.	
ZS0DY	Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 > C10 - C12 inclus (%) > C12 - C16 inclus (%) > C16 - C20 inclus (%) > C20 - C24 inclus (%) > C24 - C28 inclus (%) > C28 - C32 inclus (%) > C32 - C36 inclus (%) > C36 - C40 exclus (%) > C10 - C12 inclus > C12 - C16 inclus > C16 - C20 inclus > C20 - C24 inclus > C24 - C28 inclus > C28 - C32 inclus > C32 - C36 inclus > C36 - C40 exclus	Calcul - Méthode interne			% % % % % % % % mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
ZS0HH	Carbone organique total (COT) par combustion sèche Carbone Organique Total par Combustion Carbone Organique Total	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000 0.1	40% 40%	mg C/kg M.S. % C	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 24E224233

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-277009-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1228439

Nom projet : N° Projet : MARCEGAGLIA 2024
MARCEGAGLIA

Référence commande :

Nom Commande : MARCEGAGLIA

Sédiments

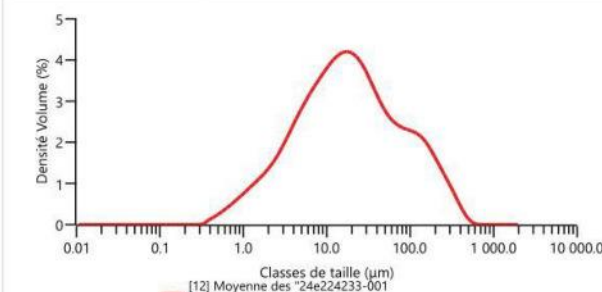
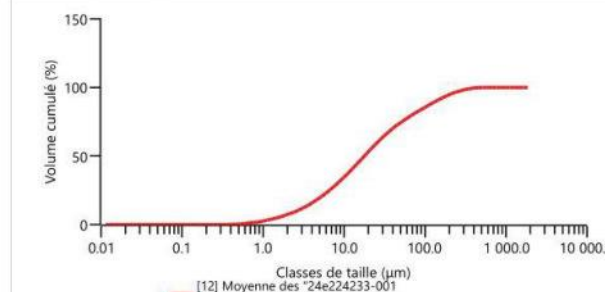
N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	SB 1	28/11/2024	30/11/2024	30/11/2024		
002	SB 2	28/11/2024	29/11/2024	29/11/2024		
003	SB 3	28/11/2024	30/11/2024	30/11/2024		
004	SB 4	28/11/2024	29/11/2024	29/11/2024		
005	SB 5	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024		
006	SB 6	28/11/2024	28/11/2024	28/11/2024		
007	SB Ref CR	28/11/2024	29/11/2024	29/11/2024		
008	SB Ref Arcelor	28/11/2024	29/11/2024	29/11/2024		
009	SB Ref Sud	28/11/2024	29/11/2024	29/11/2024		
010	SE Lagune	28/11/2024	30/11/2024	30/11/2024		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Méthode interne T-PS-WO22915					
Réf. de l'échantillon: Moyenne des "24e224233-001 (SED)"		Opérateur FPEP	Date 13/12/2024 10:04:56	Source Averaged	Obscuration 19.17
Données Statistiques					
Moyenne(µm)	Médiane(µm)	Variance(µm²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm) Specific surface(m²/g)
47.1	17.87	5161.34	71.84	2.64	17.35 917.49
Pourcentages relatifs			*Pourcentages cumulés en %		
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm 63-200µm
7.26	45.83	21.29	20.38	5.24	25.24 16.43
0.02-2µm	0.02-20 µm	0.02-63 µm	0.02-200 µm	0.02-2000 µm	
7.26	53.09	78.33	94.76	100.00	
Distribution de la taille des particules			Taille des particules passantes		
					
[12] Moyenne des "24e224233-001 (SED)" - 13/12/2024 10:04:56			[12] Moyenne des "24e224233-001 (SED)" - 13/12/2024 10:04:56		
Pourcentage relatif			Pourcentage passant		
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	2.55	20.000	10.55	300.000	1.35
1.000	4.71	30.000	6.46	400.000	0.39
2.000	2.17	40.000	4.28	500.000	0.08
2.500	6.19	50.000	3.95	600.000	0.00
4.000	13.62	63.000	7.16	800.000	0.00
8.000	5.32	100.000	5.80	900.000	0.00
10.000	10.64	150.000	3.47	1000.000	0.00
15.000	1.77	200.000	2.11	1500.000	0.00
16.000	6.12	250.000	1.32	2000.000	0.00
Paramètres d'analyse			Dispersant Eau 900 mL		
Type de l'instrument Mastersizer3000			Durée d'analyse : 2 x 30 secondes		
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV			L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure		
Modèle de diffusion Mie					
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm					
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.					
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne					

Annexe au rapport d'analyse accrédité

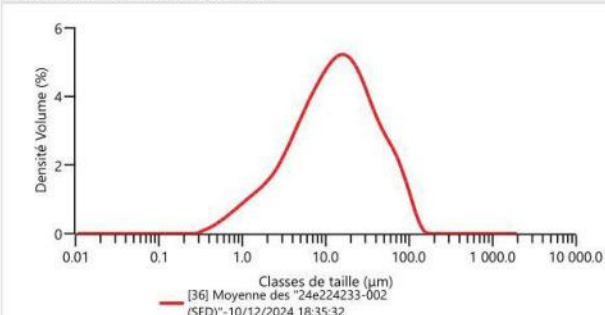
Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488			Méthode interne T-PS-WO22915		
Réf. de l'échantillon:	Opérateur	Date	Source	Obscuration	
Moyenne des "24e224233-002 (SED)"	FPEP	10/12/2024 18:35:32	Averaged	28.67	

Données Statistiques							
Moyenne(µm)	Médiane(µm)	Variance(µm ²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm)	Specific surface(m ² /g)	
21.49	13.15	544.23	23.33	1.63	15.9	1086.15	

Pourcentages relatifs							
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm	63-200µm	
8.50	55.72	24.35	11.43	0.00	28.45	7.33	

*Pourcentages cumulés en %					
0.02-2µm	0.02-20 µm	0.02-63 µm	0.02-200 µm	0.02-2000 µm	
8.50	64.22	92.67	100.00	100.00	

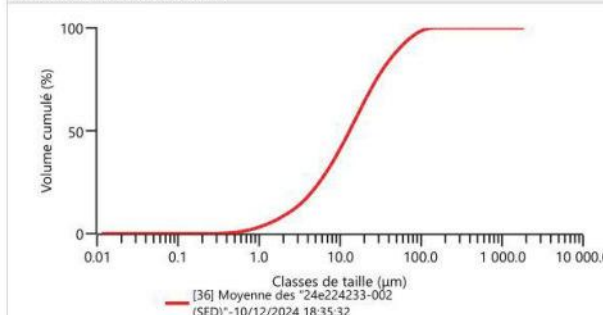
Distribution de la taille des particules



Classe de taille (µm)

[36] Moyenne des "24e224233-002 (SED)"-10/12/2024 18:35:32

Taille des particules passantes



Classe de taille (µm)

[36] Moyenne des "24e224233-002 (SED)"-10/12/2024 18:35:32

Pourcentage relatif					
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans
0.010	3.10	20.000	12.51	300.000	0.00
1.000	5.39	30.000	7.23	400.000	0.00
2.000	2.44	40.000	4.61	500.000	0.00
2.500	7.05	50.000	4.10	600.000	0.00
4.000	16.44	63.000	5.84	800.000	0.00
8.000	6.67	100.000	1.48	900.000	0.00
10.000	13.38	150.000	0.01	1000.000	0.00
15.000	2.21	200.000	0.00	1500.000	0.00
16.000	7.55	250.000	0.00	2000.000	0.00

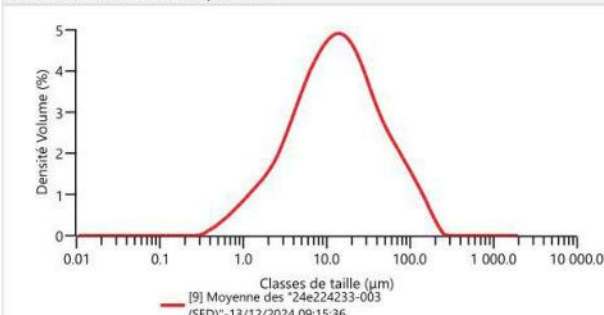
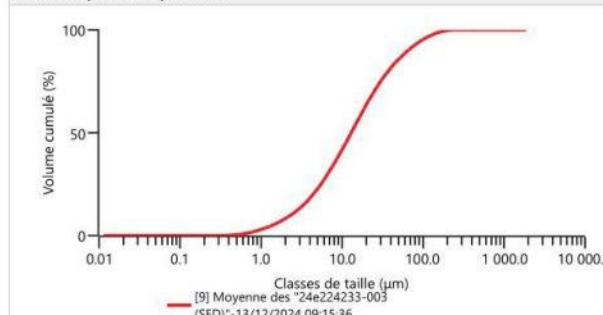
Pourcentage passant					
Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	0.00	20.000	64.22	300.000	100.00
1.000	3.10	30.000	76.73	400.000	100.00
2.000	8.50	40.000	83.96	500.000	100.00
2.500	10.94	50.000	88.57	600.000	100.00
4.000	17.98	63.000	92.67	800.000	100.00
8.000	34.42	100.000	98.50	900.000	100.00
10.000	41.08	150.000	99.99	1000.000	100.00
15.000	54.46	200.000	100.00	1500.000	100.00
16.000	56.67	250.000	100.00	2000.000	100.00

Paramètres d'analyse		Dispersant Eau 900 mL	
Type de l'instrument	Mastersizer3000	Durée d'analyse : 2 x 30 secondes	
Nom du préparateur d'échantillons	Hydro EV	L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	
Modèle de diffusion	Mie		
Vitesse d'agitateur atteinte	3500 rpm		

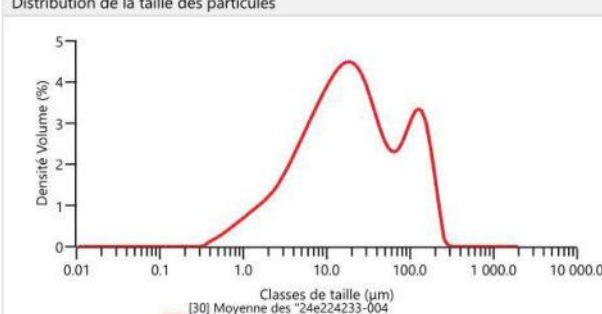
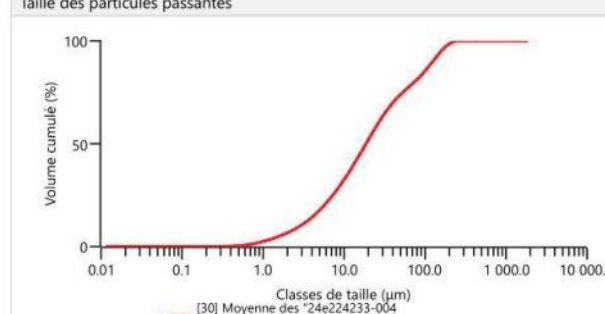
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne

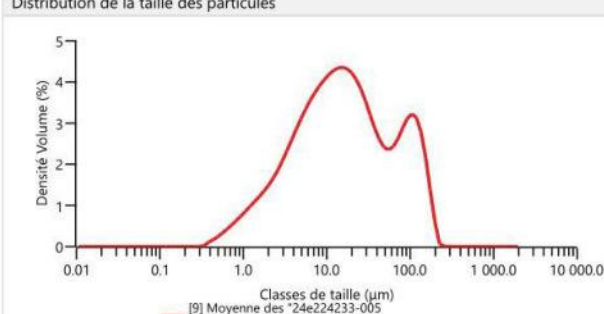
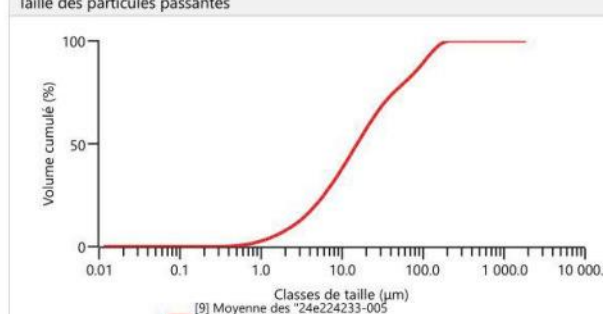
Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Méthode interne T-PS-WO22915					
Réf. de l'échantillon: Moyenne des "24e224233-003 (SED)"		Opérateur FPEP	Date 13/12/2024 09:15:36	Source Averaged	Obscuration 16.35
Données Statistiques					
Moyenne(µm)	Médiane(µm)	Variance(µm ²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm) Specific surface(m ² /g)
25.33	13	1096.85	33.12	1.95	13.94 1064.18
Pourcentages relatifs			*Pourcentages cumulés en %		
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm 63-200µm
8.26	55.37	22.06	14.02	0.29	25.78 10.30
Distribution de la taille des particules			Taille des particules passantes		
					
[9] Moyenne des "24e224233-003 (SED)"-13/12/2024 09:15:36			[9] Moyenne des "24e224233-003 (SED)"-13/12/2024 09:15:36		
Pourcentage relatif			Pourcentage passant		
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	2.89	20.000	11.34	300.000	0.00
1.000	5.38	30.000	6.54	400.000	0.00
2.000	2.50	40.000	4.18	500.000	0.00
2.500	7.32	50.000	3.72	600.000	0.00
4.000	16.95	63.000	5.84	800.000	0.00
8.000	6.66	100.000	3.29	900.000	0.00
10.000	12.89	150.000	1.18	1000.000	0.00
15.000	2.07	200.000	0.28	1500.000	0.00
16.000	6.97	250.000	0.00	2000.000	0.00
Paramètres d'analyse			Dispersant Eau 900 mL		
Type de l'Instrument Mastersizer3000			Durée d'analyse : 2 x 30 secondes		
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV			L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure		
Modèle de diffusion Mie					
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm					
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.					
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne					

Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Méthode interne T-PS-WO22915					
Réf. de l'échantillon: Moyenne des "24e224233-004 (SED)"		Opérateur FPEP	Date 10/12/2024 16:38:06	Source Averaged	Obscuration 23.9
Données Statistiques					
Moyenne(µm)		Médiane(µm)	Variance(µm ²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)
41.3		18.69	2598.57	50.98	2.21
					18.33
					867.2
Pourcentages relatifs					
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm 63-200µm
6.67	45.31	21.99	24.58	1.46	25.58 20.99
*Pourcentages cumulés en %					
0.02-2µm	0.02-20 µm	0.02-63 µm	0.02-200 µm	0.02-2000 µm	
6.67	51.98	77.55	98.54	100.00	
Distribution de la taille des particules					
					
[30] Moyenne des "24e224233-004 (SED)" - 10/12/2024 16:38:06					
Taille des particules passantes					
					
[30] Moyenne des "24e224233-004 (SED)" - 10/12/2024 16:38:06					
Pourcentage relatif					
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans
0.010	2.39	20.000	11.29	300.000	0.00
1.000	4.27	30.000	6.63	400.000	0.00
2.000	1.93	40.000	4.06	500.000	0.00
2.500	5.54	50.000	3.59	600.000	0.00
4.000	12.96	63.000	7.70	800.000	0.00
8.000	5.38	100.000	8.64	900.000	0.00
10.000	11.09	150.000	4.64	1000.000	0.00
15.000	1.87	200.000	1.40	1500.000	0.00
16.000	6.54	250.000	0.06	2000.000	
Pourcentage passant					
Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	0.00	20.000	51.98	300.000	100.00
1.000	2.39	30.000	63.27	400.000	100.00
2.000	6.67	40.000	69.90	500.000	100.00
2.500	8.60	50.000	73.96	600.000	100.00
4.000	14.14	63.000	77.55	800.000	100.00
8.000	27.10	100.000	85.26	900.000	100.00
10.000	32.48	150.000	93.90	1000.000	100.00
15.000	43.57	200.000	98.54	1500.000	100.00
16.000	45.44	250.000	99.94	2000.000	100.00
Paramètres d'analyse					
Type de l'Instrument Mastersizer3000					
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV					
Modèle de diffusion Mie					
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm					
Dispersant Eau 900 mL					
Durée d'analyse : 2 x 30 secondes					
L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure					
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.					
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne					

Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).																							
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488			Méthode interne T-PS-WO22915																				
Réf. de l'échantillon:		Opérateur		Date		Source	Obscuration																
Moyenne des "24e224233-005 (SED)"		FPEP		10/12/2024 15:56:24		Averaged	14.03																
Données Statistiques																							
Moyenne(µm)		Médiane(µm)		Variance(µm²)		Ecart Type (µm)		Ratio: Moyenne/Médiane(µm)		Mode(µm)		Specific surface(m²/g)											
34.21		15.41		1805.37		42.49		2.22		15.12		978.91											
Pourcentages relatifs								*Pourcentages cumulés en %															
0.02-2µm		2-20 µm		20-50 µm		50-200 µm		200-2000 µm		20-63µm		63-200µm											
7.76		49.58		19.82		22.62		0.23		23.40		19.04											
										0.02-2µm		0.02-20 µm		0.02-63 µm		0.02-200 µm		0.02-2000 µm					
												7.76		57.33		80.73		99.77		100.00			
Distribution de la taille des particules								Taille des particules passantes															
																							
[9] Moyenne des "24e224233-005 (SED)" -10/12/2024 15:56:24								[9] Moyenne des "24e224233-005 (SED)" -10/12/2024 15:56:24															
Pourcentage relatif								Pourcentage passant															
Taille (µm)		% Volume Dans		Taille (µm)		% Volume Dans		Taille (µm)		% Volume Passant		Taille (µm)		% Volume Passant		Taille (µm)		% Volume Passant					
0.010		2.64		20.000		10.31		300.000		0.00		0.010		0.00		20.000		57.33		300.000		100.00	
1.000		5.12		30.000		5.83		400.000		0.00		1.000		2.64		30.000		67.65		400.000		100.00	
2.000		2.38		40.000		3.67		500.000		0.00		2.000		7.76		40.000		73.48		500.000		100.00	
2.500		6.82		50.000		3.58		600.000		0.00		2.500		10.13		50.000		77.15		600.000		100.00	
4.000		15.12		63.000		8.52		800.000		0.00		4.000		16.95		63.000		80.73		800.000		100.00	
8.000		5.83		100.000		7.86		900.000		0.00		8.000		32.08		100.000		89.25		900.000		100.00	
10.000		11.32		150.000		2.67		1000.000		0.00		10.000		37.91		150.000		97.10		1000.000		100.00	
15.000		1.84		200.000		0.23		1500.000		0.00		15.000		49.23		200.000		99.77		1500.000		100.00	
16.000		6.26		250.000		0.00		2000.000				16.000		51.07		250.000		100.00		2000.000		100.00	
Paramètres d'analyse								Dispersant Eau 900 mL															
Type de l'Instrument Mastersizer3000								Durée d'analyse : 2 x 30 secondes															
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV								L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure															
Modèle de diffusion Mie																							
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm																							



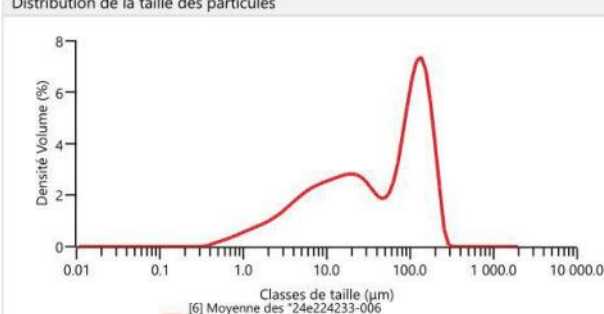
Malvern Instruments Ltd.
www.malvern.com

Mastersizer - v3.63
Page 1 of 1

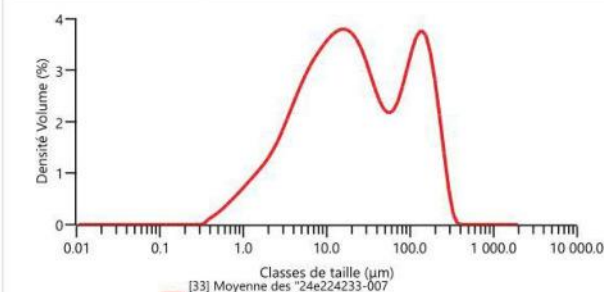
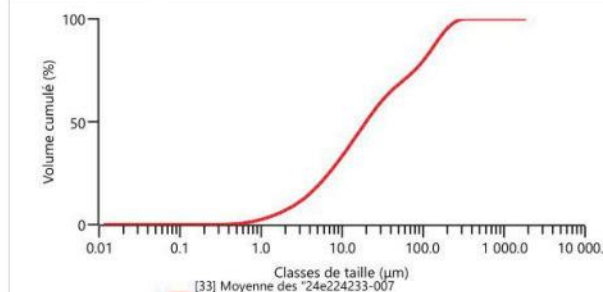
Created: 08/03/2023
Printed: 10/12/2024 15:57



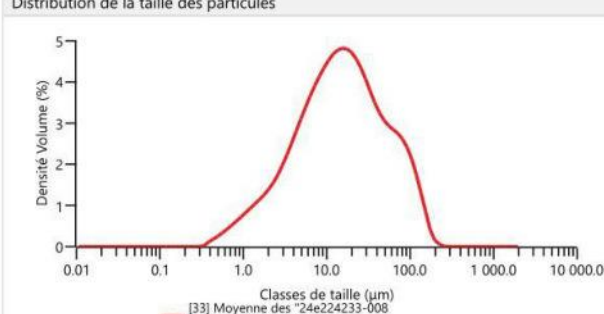
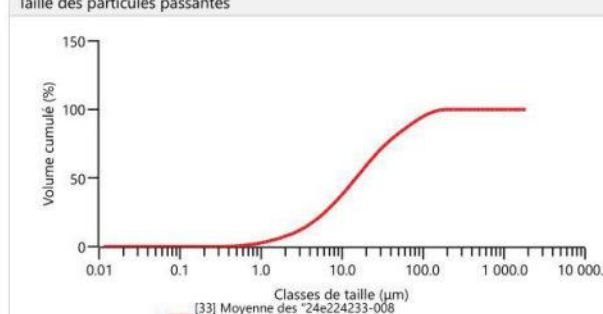
Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Méthode interne T-PS-WO22915					
Réf. de l'échantillon: Moyenne des "24e224233-006 (SED)"		Opérateur FPEP		Date 10/12/2024 15:46:05	Source Averaged
				Obscuration 17.91	
Données Statistiques					
Moyenne(µm)		Médiane(µm)		Variance(µm²)	Ecart Type (µm)
69.57		46.13		4264.93	65.31
				Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm)
				1.51	131.04
				Specific surface(m²/g)	665.81
Pourcentages relatifs					
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm 63-200µm
5.30	31.49	14.18	45.18	3.86	17.38 41.98
*Pourcentages cumulés en %					
0.02-2µm	0.02-20 µm	0.02-63 µm	0.02-200 µm	0.02-2000 µm	
5.30	36.79	54.16	96.14	100.00	
Distribution de la taille des particules					
					
[6] Moyenne des "24e224233-006 (SED)" - 10/12/2024 15:46:05					
Taille des particules passantes					
					
[6] Moyenne des "24e224233-006 (SED)" - 10/12/2024 15:46:05					
Pourcentage relatif					
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans
0.010	1.82	20.000	7.21	300.000	0.00
1.000	3.47	30.000	4.24	400.000	0.00
2.000	1.57	40.000	2.73	500.000	0.00
2.500	4.44	50.000	3.20	600.000	0.00
4.000	9.61	63.000	12.58	800.000	0.00
8.000	3.61	100.000	18.73	900.000	0.00
10.000	7.01	150.000	10.66	1000.000	0.00
15.000	1.16	200.000	3.54	1500.000	0.00
16.000	4.09	250.000	0.32	2000.000	
Pourcentage passant					
Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	0.00	20.000	36.79	300.000	100.00
1.000	1.82	30.000	44.00	400.000	100.00
2.000	5.30	40.000	48.23	500.000	100.00
2.500	6.87	50.000	50.97	600.000	100.00
4.000	11.31	63.000	54.16	800.000	100.00
8.000	20.91	100.000	66.75	900.000	100.00
10.000	24.52	150.000	85.48	1000.000	100.00
15.000	31.53	200.000	96.14	1500.000	100.00
16.000	32.69	250.000	99.68	2000.000	100.00
Paramètres d'analyse					
Type de l'Instrument Mastersizer3000					
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV					
Modèle de diffusion Mie					
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm					
Dispersant Eau 900 mL					
Durée d'analyse : 2 x 30 secondes					
L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure					
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.					
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *					
EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne					

Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).											
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Méthode interne T-PS-WO22915											
Réf. de l'échantillon: Moyenne des "24e224233-007 (SED)"		Opérateur FPEP		Date 10/12/2024 16:41:02	Source Obscuration Averaged 24.5						
Données Statistiques											
Moyenne(µm)		Médiane(µm)		Variance(µm²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm)	Specific surface(m²/g)			
51.75		19.85		4240.99	65.12	2.61	15.85	875.22			
Pourcentages relatifs						*Pourcentages cumulés en %					
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm	63-200µm					
6.93	43.25	17.99	27.22	4.60	21.28	23.93					
						0.02-2µm	0.02-20 µm	0.02-63 µm	0.02-200 µm	0.02-2000 µm	
						6.93	50.18	71.47	95.40	100.00	
Distribution de la taille des particules						Taille des particules passantes					
											
[33] Moyenne des "24e224233-007 (SED)"-10/12/2024 16:41:02						[33] Moyenne des "24e224233-007 (SED)"-10/12/2024 16:41:02					
Pourcentage relatif						Pourcentage passant					
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	2.43	20.000	9.23	300.000	0.26	0.010	0.00	20.000	50.18	300.000	99.74
1.000	4.50	30.000	5.36	400.000	0.00	1.000	2.43	30.000	59.41	400.000	100.00
2.000	2.08	40.000	3.41	500.000	0.00	2.000	6.93	40.000	64.77	500.000	100.00
2.500	5.99	50.000	3.29	600.000	0.00	2.500	9.02	50.000	68.17	600.000	100.00
4.000	13.19	63.000	8.03	800.000	0.00	4.000	15.01	63.000	71.47	800.000	100.00
8.000	5.05	100.000	9.63	900.000	0.00	8.000	28.20	100.000	79.50	900.000	100.00
10.000	9.83	150.000	6.27	1000.000	0.00	10.000	33.25	150.000	89.13	1000.000	100.00
15.000	1.60	200.000	3.15	1500.000	0.00	15.000	43.08	200.000	95.40	1500.000	100.00
16.000	5.50	250.000	1.19	2000.000		16.000	44.68	250.000	98.55	2000.000	100.00
Paramètres d'analyse						Dispersant Eau 900 mL					
Type de l'Instrument Mastersizer3000						Durée d'analyse : 2 x 30 secondes					
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV						L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure					
Modèle de diffusion Mie											
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm											
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.											
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne											

Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Méthode interne T-PS-WO22915					
Réf. de l'échantillon: Moyenne des "24e224233-008 (SED)"		Opérateur FPEP	Date 10/12/2024 18:32:45	Source Averaged	Obscuration 20.32
Données Statistiques					
Moyenne(µm)	Médiane(µm)	Variance(µm²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm) Specific surface(m²/g)
27.72	14.89	1081.32	32.88	1.86	15.81 975.92
Pourcentages relatifs			*Pourcentages cumulés en %		
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm 63-200µm
7.44	51.80	23.24	17.42	0.09	27.66 13.01
			0.02-2µm 0.02-20 µm 0.02-63 µm 0.02-200 µm 0.02-2000 µm		
			7.44 59.24 86.90 99.91 100.00		
Distribution de la taille des particules			Taille des particules passantes		
					
[33] Moyenne des "24e224233-008 (SED)"-10/12/2024 18:32:45			[33] Moyenne des "24e224233-008 (SED)"-10/12/2024 18:32:45		
Pourcentage relatif			Pourcentage passant		
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	2.63	20.000	11.67	300.000	0.00
1.000	4.81	30.000	6.94	400.000	0.00
2.000	2.22	40.000	4.63	500.000	0.00
2.500	6.52	50.000	4.41	600.000	0.00
4.000	15.42	63.000	7.86	800.000	0.00
8.000	6.23	100.000	4.28	900.000	0.00
10.000	12.41	150.000	0.87	1000.000	0.00
15.000	2.04	200.000	0.09	1500.000	0.00
16.000	6.98	250.000	0.00	2000.000	0.00
Paramètres d'analyse			Dispersant Eau 900 mL		
Type de l'Instrument Mastersizer3000			Durée d'analyse : 2 x 30 secondes		
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV			L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure		
Modèle de diffusion Mie					
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm					
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.					
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne					



Malvern Instruments Ltd.
www.malvern.com

Mastersizer - v3.63
Page 1 of 1

Created: 08/03/2023
Printed: 10/12/2024 18:33

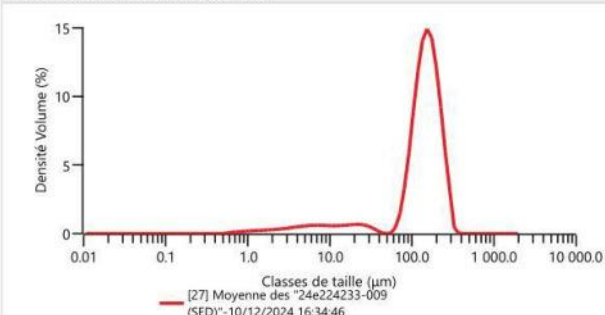


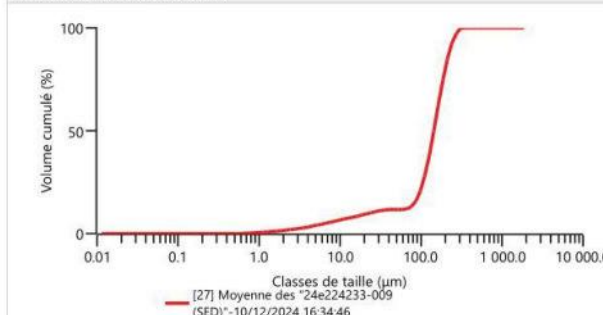
Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488			Méthode interne T-PS-WO22915		
Réf. de l'échantillon:	Opérateur	Date	Source	Obscuration	
Moyenne des "24e224233-009 (SED)"	FPEP	10/12/2024 16:34:46	Averaged	13.14	

Données Statistiques					
Moyenne(µm)	Médiane(µm)	Variance(µm ²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm)
142.89	144.13	4709.53	68.63	.99	154.8
				Specific surface(m ² /g)	201.48

Pourcentages relatifs					
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm
1.48	7.81	2.38	68.64	19.69	2.54
*Pourcentages cumulés en %					
0.02-2µm	0.02-20 µm	0.02-63 µm	0.02-200 µm	0.02-2000 µm	
1.48	9.30	11.83	80.31	100.00	

Distribution de la taille des particules					
					
[27] Moyenne des "24e224233-009 (SED)"-10/12/2024 16:34:46					

Taille des particules passantes					
					
[27] Moyenne des "24e224233-009 (SED)"-10/12/2024 16:34:46					

Pourcentage relatif					
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans
0.010	0.46	20.000	1.68	300.000	0.79
1.000	1.02	30.000	0.65	400.000	0.00
2.000	0.44	40.000	0.04	500.000	0.00
2.500	1.24	50.000	0.16	600.000	0.00
4.000	2.59	63.000	9.91	800.000	0.00
8.000	0.85	100.000	32.18	900.000	0.00
10.000	1.51	150.000	26.39	1000.000	0.00
15.000	0.25	200.000	13.64	1500.000	0.00
16.000	0.93	250.000	5.26	2000.000	

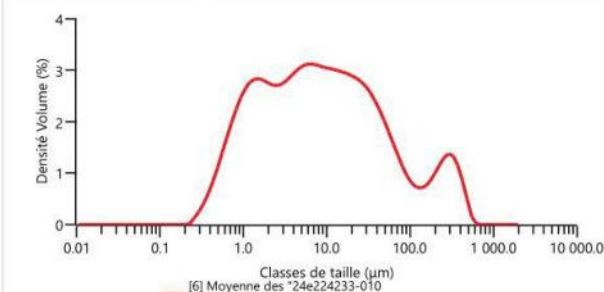
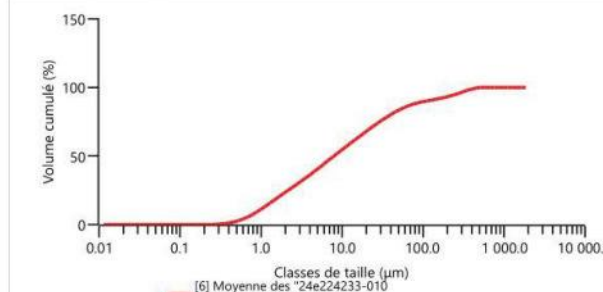
Pourcentage passant					
Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	0.00	20.000	9.30	300.000	99.21
1.000	0.46	30.000	10.98	400.000	100.00
2.000	1.48	40.000	11.63	500.000	100.00
2.500	1.92	50.000	11.67	600.000	100.00
4.000	3.16	63.000	11.83	800.000	100.00
8.000	5.75	100.000	21.74	900.000	100.00
10.000	6.60	150.000	53.93	1000.000	100.00
15.000	8.11	200.000	80.31	1500.000	100.00
16.000	8.36	250.000	93.95	2000.000	100.00

Paramètres d'analyse		Dispersant Eau 900 mL	
Type de l'instrument	Mastersizer3000	Durée d'analyse : 2 x 30 secondes	
Nom du préparateur d'échantillons	Hydro EV	L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	
Modèle de diffusion	Mie		
Vitesse d'agitateur atteinte	3500 rpm		

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne

Annexe au rapport d'analyse accrédité

Granulométrie laser à pas variable (prestation réalisée sur le site de SAVERNE).					
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Méthode interne T-PS-WO22915					
Réf. de l'échantillon: Moyenne des "24e224233-010 (SED)"		Opérateur FPEP	Date 13/12/2024 09:05:30	Source Averaged	Obscuration 24
Données Statistiques					
Moyenne(µm)	Médiane(µm)	Variance(µm²)	Ecart Type (µm)	Ratio: Moyenne/Médiane(µm)	Mode(µm) Specific surface(m²/g)
40.03	7.96	7159.06	84.61	5.03	6.36 2180.01
Pourcentages relatifs			*Pourcentages cumulés en %		
0.02-2µm	2-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm	20-63µm 63-200µm
23.64	44.41	15.29	9.79	6.87	17.97 7.12
			0.02-2µm 0.02-20 µm 0.02-63 µm 0.02-200 µm 0.02-2000 µm		
			23.64 68.05 86.02 93.13 100.00		
Distribution de la taille des particules			Taille des particules passantes		
					
[6] Moyenne des "24e224233-010 (SED)" -13/12/2024 09:05:30			[6] Moyenne des "24e224233-010 (SED)" -13/12/2024 09:05:30		
Pourcentage relatif			Pourcentage passant		
Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Dans	Taille (µm)	% Volume Passant
0.010	11.06	20.000	7.41	300.000	2.37
1.000	12.58	30.000	4.74	400.000	1.01
2.000	3.96	40.000	3.14	500.000	0.20
2.500	8.56	50.000	2.67	600.000	0.00
4.000	13.94	60.000	3.56	800.000	0.00
8.000	4.47	100.000	1.96	900.000	0.00
10.000	7.97	150.000	1.60	1000.000	0.00
15.000	1.25	200.000	1.67	1500.000	0.00
16.000	4.26	250.000	1.61	2000.000	
Paramètres d'analyse			Dispersant Eau 900 mL		
Type de l'Instrument Mastersizer3000			Durée d'analyse : 2 x 30 secondes		
Nom du préparateur d'échantillons Hydro EV			L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure		
Modèle de diffusion Mie					
Vitesse d'agitateur atteinte 3500 rpm					
La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.					
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *					
EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne					

ANNEXE 2 RAPPORTS D'ANALYSES DE LA CHAIR DE MOULES**TERANA DRÔME**

Client demandeur N° : 42371

Vos ref :

Client payeur N° : 42371
GALATEA
Chemin Saint Lambert
13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE**Monsieur Pierre GRILLON**
GALATEA
Artiparc 2 - Bât A
Chemin Saint Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Rapport d'essai n° 24-14099-001

Edité le 06/01/2025

Données issues du client :Libellé de l'échantillon : MV1
Lieu de prélèvement : MARCEGAGLIA DARSE 1
Commune : FOS SUR MER
Nature : Gammaré(1) Prélevé le non communiqué à par GALATEA
Reçu le 28/11/2024 à 09:35 Température à réception : 6 °C

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-001 Devis n° 2024042559 Sous-Devis n° 24042559-001

Commentaire : Date de prélèvement non communiquée. Le laboratoire émet des réserves sur le(s) résultat(s).

Le benzo (b) fluoranthène a été rendu sous la forme benzo (b+j) fluoranthène (Code Sandre 3000)

Synthèse des résultats d'analyses**Mise en route des analyses**Date / heure de prise en charge analytique : 28/11/2024 10:17
Date d'analyse: ICP_MS 20/12/2024
Date de Lyophilisation 02/12/2024
Date de Mineralisation 10/12/2024
Date d'extraction: Matières Grasses 16/12/2024
Date d'extraction sous pression à chaud (PFE) 17/12/2024**Substances trouvées :**

Signé électroniquement par Philippe REY, Adjoint au chef de service - Service Environnement, signataire autorisé.

Page 1 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA

Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr**TERANA DRÔME**
37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Code Sandre	Paramètres	Famille/ Sous Famille	Méthode	Concentration	CMA ou limite Q.	NQE ou Ref. Qualité
1242	PCB 101 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.39 µg/kg PF		
1476	Chrysène (*)		CMO_MT76	1.45 µg/kg PF		
1191	Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	3.98 µg/kg PF		30
1246	PCB 180 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.20 µg/kg PF		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)		CMO_MT76	1.08 µg/kg PF		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.1 µg/kg PF		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	0.7 %		
1453	Acénaphthène (*)		CMO_MT76	0.95 µg/kg PF		
1245	PCB 153 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	2.55 µg/kg PF		
1524	Phénanthrène		CMO_MT76	4.55 µg/kg PF		
1243	PCB 118 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.3 µg/kg PF		
1244	PCB 138 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	1.50 µg/kg PF		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)		CMO_MT17	15.00 mg/kg PF		
1537	Pyrène (*)	HAP	CMO_MT76	5.31 µg/kg PF		

Méthodes :

Méthode	Description
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)
CMO_MT17	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE) et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
IFREMER	Evaluation de la contamination chimique basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules
MG-ASE200	Extraction ASE200
NF EN 13805	Digestion sous pression de produits alimentaires en vu de l'analyse des éléments traces

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-001

Page 2 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B


 LABORATOIRES D'ANALYSES
 POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

TERANA DRÔME

Micro polluants minéraux

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1370	Aluminium (Al)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1370	Aluminium (Al) (*)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	52333	µg/kg PF	1000		
1369	Arsenic (As)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1369	Arsenic (As) (*)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	2729	µg/kg PF	10		
1388	Cadmium (Cd)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1388	Cadmium (Cd) (*)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	89.0	µg/kg PF	4		
1389	Chrome Total (Cr) (*)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	282	µg/kg PF	20		
1389	Chrome Total (Cr)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1392	Cuivre (Cu) (*)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	1102	µg/kg PF	120		
1392	Cuivre (Cu)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1380	Etain (Sn) (*)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	38	µg/kg PF	20		
1380	Etain (Sn)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1393	Fer (Fe) (*)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	70259	µg/kg PF	2000		
1393	Fer (Fe)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn) (*)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	8519	µg/kg PF	60		
1387	Mercuré (Hg) R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	µg/kg MS			0.02
1387	Mercuré (Hg) (*)R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	12.0	µg/kg PF	5		0.02
	Methode de minéralisation		NF EN 13805	N/A	Sans objet				
1386	Nickel (Ni) (*)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	352	µg/kg PF	80		
1386	Nickel (Ni)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb) (*)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	371	µg/kg PF	10		
1383	Zinc (Zn) (*)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	29916	µg/kg PF	1200		
1383	Zinc (Zn)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			

Page 3 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr
TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants organiques

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1453	Acénaphène (*)	83-32-9	CMO_MT76	GCMSMS	0.95	µg/kg PF	0.5		
1622	Acénaphthylène (*)	208-96-8	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1458	Anthracène (*)	120-12-7	CMO_MT76	GCMSMS	<1.0	µg/kg PF	1		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)	56-55-3	CMO_MT76	GCMSMS	1.08	µg/kg PF	0.5		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)R53	50-32-8	CMO_MT76	GCMSMS	<1.00	µg/kg PF	1		5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	205-99-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.1	µg/kg PF	0.5		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	191-24-2	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	207-08-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1476	Chrysène (*)	218-01-9	CMO_MT76	GCMSMS	1.45	µg/kg PF	0.5		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracène (*)	53-70-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1191	Fluoranthène (*)R53	206-44-0	CMO_MT76	GCMSMS	3.98	µg/kg PF	0.5		30
1623	Fluorène (*)	86-73-7	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène (*)	193-39-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1517	Naphtalène	91-20-3	CMO_MT76	GCMSMS	<4.0	µg/kg PF	4		
1242	PCB 101 (*)	37680-73-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.39	µg/kg PF	0.2		
1243	PCB 118 (*)	31508-00-6	CMO_MT76	GCMSMS	0.3	µg/kg PF	0.2		
1244	PCB 138 (*)	35065-28-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.50	µg/kg PF	0.2		
1245	PCB 153 (*)	35065-27-1	CMO_MT76	GCMSMS	2.55	µg/kg PF	0.2		
1246	PCB 180 (*)	35065-29-3	CMO_MT76	GCMSMS	0.20	µg/kg PF	0.2		
1239	PCB 28 (*)	7012-37-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1241	PCB 52 (*)	35693-99-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1524	Phénanthrène	85-01-8	CMO_MT76	GCMSMS	4.55	µg/kg PF	2.5		
	Pourcentage de lyophilisation	/	MG-ASE200	Pesée	86.13	%			
1537	Pyrène (*)	129-00-0	CMO_MT76	GCMSMS	5.31	µg/kg PF	0.5		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	Extraction ASE 300	0.7	%	0.1		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)	/	CMO_MT17	GC - FID pour composés volatils	15.00	mg/kg PF	5		

Nombre de tests réalisés au sein du service **Micro polluants organiques** : 25

Préparation solides

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
3274	Indice de condition		Calcul	Calcul	0.06	%			
	Longueur moyenne (15 moules)		IFREMER	IFREMER	58.7	mm			
	Masse chair étuvée (15 moules) - Lyophilisée		IFREMER	IFREMER	6.950	Gr			
	Masse chair fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	50.070	Gr			
	Masse coquillage étuvée (15 moules) - 48 heures à 60°C		IFREMER	IFREMER	112.040	Gr			
	Masse coquillage fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	117.470	Gr			
	Masse moyenne entière (15 moules)		IFREMER	IFREMER	19.600	Gr			

Page 4 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

Origine des critères

RS3 : A.M. 27 octobre 2011

LQ : Limite de quantification / **ND** : Non déterminé / **CMA** : Concentration maximale admissible pour la matrice prélevée / **NQE** : Norme de qualité environnementale / **Ec** : Uniquement pour les eaux de consommation, les piscines, les baignades aménagées.

Les résultats et commentaires ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'essai.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque des informations fournies par le client peuvent affecter la validité des résultats.

(1) Dans le cas où le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, cette information est une donnée issue du client, par ailleurs les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par une étoile (*).

Les commentaires couverts par l'accréditation sont identifiés par une étoile (*).

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction de la marque d'accréditation est interdite.

(E) : Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 26 juin 2023.

Fin du rapport n° 24-14099-001



TERANA DRÔME

Client demandeur N° : 42371

Vos ref :

 Client payeur N° : 42371
 GALATEA
 Chemin Saint Lambert
 13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Monsieur Pierre GRILLON
GALATEA
 Artiparc 2 - Bât A
 Chemin Saint Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Rapport d'essai n° 24-14099-002

Edité le 06/01/2025

Données issues du client :

 Libellé de l'échantillon : MV2
 Lieu de prélèvement : MARCEGAGLIA DARSE 1
 Commune : FOS SUR MER
 Nature : Gammare

 (1) Prélevé le non communiqué à par GALATEA
 Reçu le 28/11/2024 à 09:35 Température à réception : 6 °C

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-002 Devis n° 2024042559 Sous-Devis n° 24042559-001

Commentaire : Date de prélèvement non communiquée. Le laboratoire émet des réserves sur le(s) résultat(s).

Le benzo (b) fluoranthène a été rendu sous la forme benzo (b+j) fluoranthène (Code Sandre 3000)

Synthèse des résultats d'analyses

Mise en route des analyses

Date / heure de prise en charge analytique :	28/11/2024	10:17
Date d'analyse: ICP_MS	20/12/2024	
Date de Lyophilisation	02/12/2024	
Date de Mineralisation	10/12/2024	
Date d'extraction: Matières Grasses	16/12/2024	
Date d'extraction sous pression à chaud (PFE)	17/12/2024	

Substances trouvées :

Signé électroniquement par Philippe REY, Adjoint au chef de service - Service Environnement, signataire autorisé.

Page 1 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Code Sandre	Paramètres	Famille/ Sous Famille	Méthode	Concentration	CMA ou limite Q.	NQE ou Ref. Qualité
1115	Benzo (a) Pyrène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.39 µg/kg PF		5
1246	PCB 180 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.38 µg/kg PF		
1476	Chrysène (*)		CMO_MT76	1.96 µg/kg PF		
1537	Pyrène (*)	HAP	CMO_MT76	5.59 µg/kg PF		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	0.53 µg/kg PF		
1191	Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	4.76 µg/kg PF		30
1243	PCB 118 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.6 µg/kg PF		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)		CMO_MT76	1.42 µg/kg PF		
1622	Acénaphthylène (*)		CMO_MT76	0.51 µg/kg PF		
1244	PCB 138 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	2.74 µg/kg PF		
1242	PCB 101 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.87 µg/kg PF		
1524	Phénanthrène		CMO_MT76	5.22 µg/kg PF		
1453	Acénaphène (*)		CMO_MT76	0.80 µg/kg PF		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	0.4 %		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	0.51 µg/kg PF		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	2.1 µg/kg PF		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)		CMO_MT17	50.00 mg/kg PF		
1458	Anthracène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.2 µg/kg PF		
1245	PCB 153 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	4.59 µg/kg PF		

Méthodes :

Page 2 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Méthode	Description
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)
CMO_MT17	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE) et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
IFREMER	Evaluation de la contamination chimique basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules
MG-ASE200	Extraction ASE200
NF EN 13805	Digestion sous pression de produits alimentaires en vu de l'analyse des éléments traces

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-002

Micro polluants minéraux

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1370	Aluminium (Al)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1370	Aluminium (Al) (*)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	79923	µg/kg PF	1000		
1369	Arsenic (As)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1369	Arsenic (As) (*)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	2572	µg/kg PF	10		
1388	Cadmium (Cd)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1388	Cadmium (Cd) (*)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	84.0	µg/kg PF	4		
1389	Chrome Total (Cr) (*)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	433	µg/kg PF	20		
1389	Chrome Total (Cr)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1392	Cuivre (Cu) (*)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	1207	µg/kg PF	120		
1392	Cuivre (Cu)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1380	Etain (Sn) (*)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	34	µg/kg PF	20		
1380	Etain (Sn)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1393	Fer (Fe) (*)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	94289	µg/kg PF	2000		
1393	Fer (Fe)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn) (*)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	7503	µg/kg PF	60		
1387	Mercuré (Hg) R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	µg/kg MS			0.02
1387	Mercuré (Hg) (*)R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	14.0	µg/kg PF	5		0.02
	Méthode de minéralisation		NF EN 13805	N/A	Sans objet				
1386	Nickel (Ni) (*)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	336	µg/kg PF	80		
1386	Nickel (Ni)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb) (*)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	831	µg/kg PF	10		
1383	Zinc (Zn) (*)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	50704	µg/kg PF	1200		
1383	Zinc (Zn)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			

Page 3 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants organiques

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1453	Acénaphène (*)	83-32-9	CMO_MT76	GCMSMS	0.80	µg/kg PF	0.5		
1622	Acénaphthylène (*)	208-96-8	CMO_MT76	GCMSMS	0.51	µg/kg PF	0.5		
1458	Anthracène (*)	120-12-7	CMO_MT76	GCMSMS	1.2	µg/kg PF	1		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)	56-55-3	CMO_MT76	GCMSMS	1.42	µg/kg PF	0.5		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)R53	50-32-8	CMO_MT76	GCMSMS	1.39	µg/kg PF	1		5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	205-99-2	CMO_MT76	GCMSMS	2.1	µg/kg PF	0.5		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	191-24-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.51	µg/kg PF	0.5		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	207-08-9	CMO_MT76	GCMSMS	0.53	µg/kg PF	0.5		
1476	Chrysène (*)	218-01-9	CMO_MT76	GCMSMS	1.96	µg/kg PF	0.5		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracène (*)	53-70-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1191	Fluoranthène (*)R53	206-44-0	CMO_MT76	GCMSMS	4.76	µg/kg PF	0.5		30
1623	Fluorène (*)	86-73-7	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène (*)	193-39-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1517	Naphtalène	91-20-3	CMO_MT76	GCMSMS	<4.0	µg/kg PF	4		
1242	PCB 101 (*)	37680-73-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.87	µg/kg PF	0.2		
1243	PCB 118 (*)	31508-00-6	CMO_MT76	GCMSMS	0.6	µg/kg PF	0.2		
1244	PCB 138 (*)	35065-28-2	CMO_MT76	GCMSMS	2.74	µg/kg PF	0.2		
1245	PCB 153 (*)	35065-27-1	CMO_MT76	GCMSMS	4.59	µg/kg PF	0.2		
1246	PCB 180 (*)	35065-29-3	CMO_MT76	GCMSMS	0.38	µg/kg PF	0.2		
1239	PCB 28 (*)	7012-37-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1241	PCB 52 (*)	35693-99-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1524	Phénanthrène	85-01-8	CMO_MT76	GCMSMS	5.22	µg/kg PF	2.5		
	Pourcentage de lyophilisation	/	MG-ASE200	Pesée	84.69	%			
1537	Pyrène (*)	129-00-0	CMO_MT76	GCMSMS	5.59	µg/kg PF	0.5		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	Extraction ASE 300	0.4	%	0.1		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)	/	CMO_MT17	GC - FID pour composés volatils	50.00	mg/kg PF	5		

Nombre de tests réalisés au sein du service **Micro polluants organiques** : 25

Préparation solides

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
3274	Indice de condition		Calcul	Calcul	0.06	%			
	Longueur moyenne (15 moules)		IFREMER	IFREMER	56.9	mm			
	Masse chair étuvée (15 moules) - Lyophilisée		IFREMER	IFREMER	7.450	Gr			
	Masse chair fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	48.660	Gr			
	Masse coquillage étuvée (15 moules) - 48 heures à 60°C		IFREMER	IFREMER	115.190	Gr			
	Masse coquillage fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	117.580	Gr			
	Masse moyenne entière (15 moules)		IFREMER	IFREMER	17.500	Gr			

Page 4 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

Origine des critères

RS3 : A.M. 27 octobre 2011

LQ : Limite de quantification / **ND** : Non déterminé / **CMA** : Concentration maximale admissible pour la matrice prélevée / **NQE** : Norme de qualité environnementale / **Ec** : Uniquement pour les eaux de consommation, les piscines, les baignades aménagées.

Les résultats et commentaires ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'essai.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque des informations fournies par le client peuvent affecter la validité des résultats.

(1) Dans le cas où le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, cette information est une donnée issue du client, par ailleurs les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par une étoile (*).

Les commentaires couverts par l'accréditation sont identifiés par une étoile (*).

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction de la marque d'accréditation est interdite.

(E) : Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 26 juin 2023.

Fin du rapport n° 24-14099-002



TERANA DRÔME

Client demandeur N° : 42371

Vos ref :

Client payeur N° : 42371
 GALATEA
 Chemin Saint Lambert
 13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Monsieur Pierre GRILLON
GALATEA
 Artiparc 2 - Bât A
 Chemin Saint Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Rapport d'essai n° 24-14163-001

Edité le 06/01/2025

Données issues du client :

Libellé de l'échantillon : MV 3
 Lieu de prélèvement : MARLEGAULA DARSE 1
 Commune : FOS SUR MER
 Nature : Gammare

(1) Prélevé le non communiqué à par GALATEA
 Reçu le 29/11/2024 à 09:40 Température à réception : 8 °C

Dossier n° 24-14163 Echantillon n° 24-14163-001 Devis n° 2024042559 Sous-Devis n° 24042559-001

Commentaire : Date de prélèvement non communiquée. Le laboratoire émet des réserves sur le(s) résultat(s).

Le benzo (b) fluoranthène a été rendu sous la forme benzo (b+j) fluoranthène (Code Sandre 3000)

Synthèse des résultats d'analyses

Mise en route des analyses

Date / heure de prise en charge analytique :	29/11/2024	10:10
Date d'analyse: ICP_MS	20/12/2024	
Date de Lyophilisation	02/12/2024	
Date de Mineralisation	10/12/2024	
Date d'extraction: Matières Grasses	16/12/2024	
Date d'extraction sous pression à chaud (PFE)	17/12/2024	

Substances trouvées :

Signé électroniquement par Philippe REY, Adjoint au chef de service - Service Environnement, signataire autorisé.

Page 1 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Code Sandre	Paramètres	Famille/ Sous Famille	Méthode	Concentration	CMA ou limite Q.	NQE ou Ref. Qualité
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)		CMO_MT17	15.00 mg/kg PF		
1537	Pyrène (*)	HAP	CMO_MT76	10.04 µg/kg PF		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.8 µg/kg PF		
1476	Chrysène (*)		CMO_MT76	1.56 µg/kg PF		
1242	PCB 101 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.30 µg/kg PF		
1243	PCB 118 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.2 µg/kg PF		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	1.9 %		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)		CMO_MT76	1.25 µg/kg PF		
1453	Acénaphthène (*)		CMO_MT76	0.74 µg/kg PF		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.06 µg/kg PF		5
1244	PCB 138 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.88 µg/kg PF		
1524	Phénanthrène		CMO_MT76	7.41 µg/kg PF		
1191	Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	5.71 µg/kg PF		30
1245	PCB 153 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	1.51 µg/kg PF		

Méthodes :

Méthode	Description
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)
CMO_MT17	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE) et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
IFREMER	Evaluation de la contamination chimique basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules
MG-ASE200	Extraction ASE200
NF EN 13805	Digestion sous pression de produits alimentaires en vu de l'analyse des éléments traces

Dossier n° 24-14163 Echantillon n° 24-14163-001

Page 2 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants minéraux

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1370	Aluminium (Al)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1370	Aluminium (Al) (*)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	62509	µg/kg PF	1000		
1369	Arsenic (As)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1369	Arsenic (As) (*)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	2160	µg/kg PF	10		
1388	Cadmium (Cd)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1388	Cadmium (Cd) (*)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	88.0	µg/kg PF	4		
1389	Chrome Total (Cr) (*)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	227	µg/kg PF	20		
1389	Chrome Total (Cr)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1392	Cuivre (Cu) (*)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	913	µg/kg PF	120		
1392	Cuivre (Cu)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1380	Etain (Sn) (*)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	<20	µg/kg PF	20		
1380	Etain (Sn)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1393	Fer (Fe) (*)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	64389	µg/kg PF	2000		
1393	Fer (Fe)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn) (*)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	4430	µg/kg PF	60		
1387	Mercurure (Hg) R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	µg/kg MS			0.02
1387	Mercurure (Hg) (*)R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	13.0	µg/kg PF	5		0.02
	Methode de minéralisation		NF EN 13805	N/A	Sans objet				
1386	Nickel (Ni) (*)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	325	µg/kg PF	80		
1386	Nickel (Ni)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb) (*)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	209	µg/kg PF	10		
1383	Zinc (Zn) (*)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	27578	µg/kg PF	1200		
1383	Zinc (Zn)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			

Page 3 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr
TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants organiques

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1453	Acénaphène (*)	83-32-9	CMO_MT76	GCMSMS	0.74	µg/kg PF	0.5		
1622	Acénaphthylène (*)	208-96-8	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1458	Anthracène (*)	120-12-7	CMO_MT76	GCMSMS	<1.0	µg/kg PF	1		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)	56-55-3	CMO_MT76	GCMSMS	1.25	µg/kg PF	0.5		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)R53	50-32-8	CMO_MT76	GCMSMS	1.06	µg/kg PF	1		5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	205-99-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.8	µg/kg PF	0.5		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	191-24-2	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	207-08-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1476	Chrysène (*)	218-01-9	CMO_MT76	GCMSMS	1.56	µg/kg PF	0.5		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracène (*)	53-70-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1191	Fluoranthène (*)R53	206-44-0	CMO_MT76	GCMSMS	5.71	µg/kg PF	0.5		30
1623	Fluorène (*)	86-73-7	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène (*)	193-39-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1517	Naphtalène	91-20-3	CMO_MT76	GCMSMS	<4.0	µg/kg PF	4		
1242	PCB 101 (*)	37680-73-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.30	µg/kg PF	0.2		
1243	PCB 118 (*)	31508-00-6	CMO_MT76	GCMSMS	0.2	µg/kg PF	0.2		
1244	PCB 138 (*)	35065-28-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.88	µg/kg PF	0.2		
1245	PCB 153 (*)	35065-27-1	CMO_MT76	GCMSMS	1.51	µg/kg PF	0.2		
1246	PCB 180 (*)	35065-29-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1239	PCB 28 (*)	7012-37-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1241	PCB 52 (*)	35693-99-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1524	Phénanthrène	85-01-8	CMO_MT76	GCMSMS	7.41	µg/kg PF	2.5		
	Pourcentage de lyophilisation	/	MG-ASE200	Pesée	86.82	%			
1537	Pyrène (*)	129-00-0	CMO_MT76	GCMSMS	10.04	µg/kg PF	0.5		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	Extraction ASE 300	1.9	%	0.1		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)	/	CMO_MT17	GC - FID pour composés volatils	15.00	mg/kg PF	5		

Nombre de tests réalisés au sein du service **Micro polluants organiques** : 25

Préparation solides

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
3274	Indice de condition		Calcul	Calcul	0.05	%			
	Longueur moyenne (15 moules)		IFREMER	IFREMER	53.2	mm			
	Masse chair étuvée (15 moules) - Lyophilisée		IFREMER	IFREMER	4.440	Gr			
	Masse chair fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	33.770	Gr			
	Masse coquillage étuvée (15 moules) - 48 heures à 60°C		IFREMER	IFREMER	88.390	Gr			
	Masse coquillage fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	90.860	Gr			
	Masse moyenne entière (15 moules)		IFREMER	IFREMER	12.600	Gr			

Page 4 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-001

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

Origine des critères

RS3 : A.M. 27 octobre 2011

LQ : Limite de quantification / **ND** : Non déterminé / **CMA** : Concentration maximale admissible pour la matrice prélevée / **NQE** : Norme de qualité environnementale / **Ec** : Uniquement pour les eaux de consommation, les piscines, les baignades aménagées.

Les résultats et commentaires ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'essai.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque des informations fournies par le client peuvent affecter la validité des résultats.

(1) Dans le cas où le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, cette information est une donnée issue du client, par ailleurs les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par une étoile (*).

Les commentaires couverts par l'accréditation sont identifiés par une étoile (*).

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction de la marque d'accréditation est interdite.

(E) : Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 26 juin 2023.

Fin du rapport n° 24-14163-001



TERANA DRÔME

Client demandeur N° : 42371

Vos ref :

Client payeur N° : 42371
 GALATEA
 Chemin Saint Lambert
 13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Monsieur Pierre GRILLON
GALATEA
 Artiparc 2 - Bât A
 Chemin Saint Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Rapport d'essai n° 24-14163-002

Edité le 06/01/2025

Données issues du client :

Libellé de l'échantillon : MV 4
 Lieu de prélèvement : MARLEGAULA DARSE 1
 Commune : FOS SUR MER
 Nature : Gammare

(1) Prélevé le non communiqué à par GALATEA
 Reçu le 29/11/2024 à 09:40 Température à réception : 8 °C

Dossier n° 24-14163 Echantillon n° 24-14163-002 Devis n° 2024042559 Sous-Devis n° 24042559-001

Commentaire : Date de prélèvement non communiquée. Le laboratoire émet des réserves sur le(s) résultat(s).

Le benzo (b) fluoranthène a été rendu sous la forme benzo (b+j) fluoranthène (Code Sandre 3000)

Synthèse des résultats d'analyses

Mise en route des analyses

Date / heure de prise en charge analytique :	29/11/2024	10:10
Date d'analyse: ICP_MS	20/12/2024	
Date de Lyophilisation	02/12/2024	
Date de Mineralisation	10/12/2024	
Date d'extraction: Matières Grasses	16/12/2024	
Date d'extraction sous pression à chaud (PFE)	17/12/2024	

Substances trouvées :

Signé électroniquement par Philippe REY, Adjoint au chef de service - Service Environnement, signataire autorisé.

Page 1 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Code Sandre	Paramètres	Famille/ Sous Famille	Méthode	Concentration	CMA ou limite Q.	NQE ou Ref. Qualité
1537	Pyrène (*)	HAP	CMO_MT76	7.07 µg/kg PF		
1245	PCB 153 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	2.27 µg/kg PF		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	1.9 %		
1476	Chrysène (*)		CMO_MT76	1.26 µg/kg PF		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)		CMO_MT17	23.00 mg/kg PF		
1453	Acénaphthène (*)		CMO_MT76	0.80 µg/kg PF		
1242	PCB 101 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.45 µg/kg PF		
1191	Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	5.44 µg/kg PF		30
1458	Anthracène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.0 µg/kg PF		
1246	PCB 180 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.27 µg/kg PF		
1524	Phénanthrène		CMO_MT76	7.24 µg/kg PF		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.1 µg/kg PF		
1243	PCB 118 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.3 µg/kg PF		
1244	PCB 138 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	1.41 µg/kg PF		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)		CMO_MT76	0.92 µg/kg PF		

Méthodes :

Méthode	Description
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)
CMO_MT17	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE) et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
IFREMER	Evaluation de la contamination chimique basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules
MG-ASE200	Extraction ASE200
NF EN 13805	Digestion sous pression de produits alimentaires en vu de l'analyse des éléments traces

Dossier n° 24-14163 Echantillon n° 24-14163-002

Page 2 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants minéraux

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1370	Aluminium (Al)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1370	Aluminium (Al) (*)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	56820	µg/kg PF	1000		
1369	Arsenic (As)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1369	Arsenic (As) (*)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	2413	µg/kg PF	10		
1388	Cadmium (Cd)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1388	Cadmium (Cd) (*)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	76.0	µg/kg PF	4		
1389	Chrome Total (Cr) (*)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	424	µg/kg PF	20		
1389	Chrome Total (Cr)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1392	Cuivre (Cu) (*)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	1178	µg/kg PF	120		
1392	Cuivre (Cu)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1380	Etain (Sn) (*)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	28	µg/kg PF	20		
1380	Etain (Sn)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1393	Fer (Fe) (*)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	56480	µg/kg PF	2000		
1393	Fer (Fe)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn) (*)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	8903	µg/kg PF	60		
1387	Mercuré (Hg) R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	µg/kg MS			0.02
1387	Mercuré (Hg) (*)R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	13.0	µg/kg PF	5		0.02
	Methode de minéralisation		NF EN 13805	N/A	Sans objet				
1386	Nickel (Ni) (*)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	251	µg/kg PF	80		
1386	Nickel (Ni)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb) (*)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	235	µg/kg PF	10		
1383	Zinc (Zn) (*)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	27486	µg/kg PF	1200		
1383	Zinc (Zn)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			

Page 3 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants organiques

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1453	Acénaphène (*)	83-32-9	CMO_MT76	GCMSMS	0.80	µg/kg PF	0.5		
1622	Acénaphthylène (*)	208-96-8	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1458	Anthracène (*)	120-12-7	CMO_MT76	GCMSMS	1.0	µg/kg PF	1		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)	56-55-3	CMO_MT76	GCMSMS	0.92	µg/kg PF	0.5		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)R53	50-32-8	CMO_MT76	GCMSMS	<1.00	µg/kg PF	1		5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	205-99-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.1	µg/kg PF	0.5		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	191-24-2	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	207-08-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1476	Chrysène (*)	218-01-9	CMO_MT76	GCMSMS	1.26	µg/kg PF	0.5		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracène (*)	53-70-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1191	Fluoranthène (*)R53	206-44-0	CMO_MT76	GCMSMS	5.44	µg/kg PF	0.5		30
1623	Fluorène (*)	86-73-7	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène (*)	193-39-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1517	Naphtalène	91-20-3	CMO_MT76	GCMSMS	<4.0	µg/kg PF	4		
1242	PCB 101 (*)	37680-73-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.45	µg/kg PF	0.2		
1243	PCB 118 (*)	31508-00-6	CMO_MT76	GCMSMS	0.3	µg/kg PF	0.2		
1244	PCB 138 (*)	35065-28-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.41	µg/kg PF	0.2		
1245	PCB 153 (*)	35065-27-1	CMO_MT76	GCMSMS	2.27	µg/kg PF	0.2		
1246	PCB 180 (*)	35065-29-3	CMO_MT76	GCMSMS	0.27	µg/kg PF	0.2		
1239	PCB 28 (*)	7012-37-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1241	PCB 52 (*)	35693-99-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1524	Phénanthrène	85-01-8	CMO_MT76	GCMSMS	7.24	µg/kg PF	2.5		
	Pourcentage de lyophilisation	/	MG-ASE200	Pesée	84.34	%			
1537	Pyrène (*)	129-00-0	CMO_MT76	GCMSMS	7.07	µg/kg PF	0.5		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	Extraction ASE 300	1.9	%	0.1		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)	/	CMO_MT17	GC - FID pour composés volatils	23.00	mg/kg PF	5		

Nombre de tests réalisés au sein du service **Micro polluants organiques** : 25

Préparation solides

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
3274	Indice de condition		Calcul	Calcul	0.07	%			
	Longueur moyenne (15 moules)		IFREMER	IFREMER	51.2	mm			
	Masse chair étuvée (15 moules) - Lyophilisée		IFREMER	IFREMER	5.800	Gr			
	Masse chair fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	37.030	Gr			
	Masse coquillage étuvée (15 moules) - 48 heures à 60°C		IFREMER	IFREMER	83.100	Gr			
	Masse coquillage fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	86.430	Gr			
	Masse moyenne entière (15 moules)		IFREMER	IFREMER	13.200	Gr			

Page 4 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-002

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

Origine des critères

RS3 : A.M. 27 octobre 2011

LQ : Limite de quantification / **ND** : Non déterminé / **CMA** : Concentration maximale admissible pour la matrice prélevée / **NQE** : Norme de qualité environnementale / **Ec** : Uniquement pour les eaux de consommation, les piscines, les baignades aménagées.

Les résultats et commentaires ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'essai.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque des informations fournies par le client peuvent affecter la validité des résultats.

(1) Dans le cas où le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, cette information est une donnée issue du client, par ailleurs les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par une étoile (*).

Les commentaires couverts par l'accréditation sont identifiés par une étoile (*).

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction de la marque d'accréditation est interdite.

(E) : Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 26 juin 2023.

Fin du rapport n° 24-14163-002



TERANA DRÔME

Client demandeur N° : 42371

Vos ref :

Client payeur N° : 42371
GALATEA
Chemin Saint Lambert
13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE**Monsieur Pierre GRILLON**
GALATEA
Artiparc 2 - Bât A
Chemin Saint Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Rapport d'essai n° 24-14099-003

Edité le 06/01/2025

Données issues du client :Libellé de l'échantillon : MV-REF RHÔNE
Lieu de prélèvement : MARCEGAGLIA DARSE 1
Commune : FOS SUR MER
Nature : Gammaré(1) Prélevé le non communiqué à par GALATEA
Reçu le 28/11/2024 à 09:35 Température à réception : 6 °C

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-003 Devis n° 2024042559 Sous-Devis n° 24042559-001

Commentaire : Date de prélèvement non communiquée. Le laboratoire émet des réserves sur le(s) résultat(s).

Le benzo (b) fluoranthène a été rendu sous la forme benzo (b+j) fluoranthène (Code Sandre 3000)

Synthèse des résultats d'analyses

Mise en route des analyses

Date / heure de prise en charge analytique :	28/11/2024	10:17
Date d'analyse: ICP_MS	20/12/2024	
Date de Lyophilisation	02/12/2024	
Date de Mineralisation	10/12/2024	
Date d'extraction: Matières Grasses	16/12/2024	
Date d'extraction sous pression à chaud (PFE)	17/12/2024	

Substances trouvées :

Signé électroniquement par Philippe REY, Adjoint au chef de service - Service Environnement, signataire autorisé.

Page 1 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA

Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr**TERANA DRÔME**
37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Code Sandre	Paramètres	Famille/ Sous Famille	Méthode	Concentration	CMA ou limite Q.	NQE ou Ref. Qualité
1244	PCB 138 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	1.90 µg/kg PF		
1537	Pyrène (*)	HAP	CMO_MT76	6.19 µg/kg PF		
1243	PCB 118 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.5 µg/kg PF		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.6 µg/kg PF		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	0.9 %		
1476	Chrysène (*)		CMO_MT76	1.77 µg/kg PF		
1242	PCB 101 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.68 µg/kg PF		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.05 µg/kg PF		5
1458	Anthracène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.2 µg/kg PF		
1246	PCB 180 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.28 µg/kg PF		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)		CMO_MT76	1.37 µg/kg PF		
1524	Phénanthrène		CMO_MT76	7.75 µg/kg PF		
1191	Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	4.75 µg/kg PF		30
1622	Acénaphthylène (*)		CMO_MT76	0.65 µg/kg PF		
1517	Naphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés) Insecticides	CMO_MT76	7.0 µg/kg PF		
1623	Fluorène (*)		CMO_MT76	0.64 µg/kg PF		
1245	PCB 153 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	3.17 µg/kg PF		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)		CMO_MT17	37.00 mg/kg PF		

Méthodes :

Méthode	Description
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)
CMO_MT17	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE) et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
IFREMER	Evaluation de la contamination chimique basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules
MG-ASE200	Extraction ASE200
NF EN 13805	Digestion sous pression de produits alimentaires en vu de l'analyse des éléments traces

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-003

Page 2 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants minéraux

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1370	Aluminium (Al)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1370	Aluminium (Al) (*)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	99050	µg/kg PF	1000		
1369	Arsenic (As)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1369	Arsenic (As) (*)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	2471	µg/kg PF	10		
1388	Cadmium (Cd)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1388	Cadmium (Cd) (*)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	68.0	µg/kg PF	4		
1389	Chrome Total (Cr) (*)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	243	µg/kg PF	20		
1389	Chrome Total (Cr)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1392	Cuivre (Cu) (*)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	1258	µg/kg PF	120		
1392	Cuivre (Cu)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1380	Etain (Sn) (*)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	72	µg/kg PF	20		
1380	Etain (Sn)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1393	Fer (Fe) (*)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	114020	µg/kg PF	2000		
1393	Fer (Fe)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn) (*)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	7660	µg/kg PF	60		
1387	Mercure (Hg) R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	µg/kg MS			0.02
1387	Mercure (Hg) (*)R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	18.0	µg/kg PF	5		0.02
	Methode de minéralisation		NF EN 13805	N/A	Sans objet				
1386	Nickel (Ni) (*)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	319	µg/kg PF	80		
1386	Nickel (Ni)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb) (*)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	176	µg/kg PF	10		
1383	Zinc (Zn) (*)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	20577	µg/kg PF	1200		
1383	Zinc (Zn)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			

Page 3 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants organiques

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1453	Acénaphène (*)	83-32-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1622	Acénaphthylène (*)	208-96-8	CMO_MT76	GCMSMS	0.65	µg/kg PF	0.5		
1458	Anthracène (*)	120-12-7	CMO_MT76	GCMSMS	1.2	µg/kg PF	1		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)	56-55-3	CMO_MT76	GCMSMS	1.37	µg/kg PF	0.5		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)R53	50-32-8	CMO_MT76	GCMSMS	1.05	µg/kg PF	1		5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	205-99-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.6	µg/kg PF	0.5		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	191-24-2	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	207-08-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1476	Chrysène (*)	218-01-9	CMO_MT76	GCMSMS	1.77	µg/kg PF	0.5		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracène (*)	53-70-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1191	Fluoranthène (*)R53	206-44-0	CMO_MT76	GCMSMS	4.75	µg/kg PF	0.5		30
1623	Fluorène (*)	86-73-7	CMO_MT76	GCMSMS	0.64	µg/kg PF	0.5		
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène (*)	193-39-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1517	Naphtalène	91-20-3	CMO_MT76	GCMSMS	7.0	µg/kg PF	4		
1242	PCB 101 (*)	37680-73-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.68	µg/kg PF	0.2		
1243	PCB 118 (*)	31508-00-6	CMO_MT76	GCMSMS	0.5	µg/kg PF	0.2		
1244	PCB 138 (*)	35065-28-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.90	µg/kg PF	0.2		
1245	PCB 153 (*)	35065-27-1	CMO_MT76	GCMSMS	3.17	µg/kg PF	0.2		
1246	PCB 180 (*)	35065-29-3	CMO_MT76	GCMSMS	0.28	µg/kg PF	0.2		
1239	PCB 28 (*)	7012-37-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1241	PCB 52 (*)	35693-99-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1524	Phénanthrène	85-01-8	CMO_MT76	GCMSMS	7.75	µg/kg PF	2.5		
	Pourcentage de lyophilisation	/	MG-ASE200	Pesée	83.75	%			
1537	Pyrène (*)	129-00-0	CMO_MT76	GCMSMS	6.19	µg/kg PF	0.5		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	Extraction ASE 300	0.9	%	0.1		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)	/	CMO_MT17	GC - FID pour composés volatils	37.00	mg/kg PF	5		

Nombre de tests réalisés au sein du service **Micro polluants organiques** : 25

Préparation solides

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
3274	Indice de condition		Calcul	Calcul	0.08	%			
	Longueur moyenne (15 moules)		IFREMER	IFREMER	55.3	mm			
	Masse chair étuvée (15 moules) - Lyophilisée		IFREMER	IFREMER	6.580	Gr			
	Masse chair fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	40.500	Gr			
	Masse coquillage étuvée (15 moules) - 48 heures à 60°C		IFREMER	IFREMER	85.950	Gr			
	Masse coquillage fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	90.990	Gr			
	Masse moyenne entière (15 moules)		IFREMER	IFREMER	16.100	Gr			

Page 4 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

Origine des critères

RS3 : A.M. 27 octobre 2011

LQ : Limite de quantification / **ND** : Non déterminé / **CMA** : Concentration maximale admissible pour la matrice prélevée / **NQE** : Norme de qualité environnementale / **Ec** : Uniquement pour les eaux de consommation, les piscines, les baignades aménagées.

Les résultats et commentaires ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'essai.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque des informations fournies par le client peuvent affecter la validité des résultats.

(1) Dans le cas où le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, cette information est une donnée issue du client, par ailleurs les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par une étoile (*).

Les commentaires couverts par l'accréditation sont identifiés par une étoile (*).

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction de la marque d'accréditation est interdite.

(E) : Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 26 juin 2023.

Fin du rapport n° 24-14099-003



TERANA DRÔME

Client demandeur N° : 42371

Vos ref :

Client payeur N° : 42371
GALATEA
Chemin Saint Lambert
13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE**Monsieur Pierre GRILLON**
GALATEA
Artiparc 2 - Bât A
Chemin Saint Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Rapport d'essai n° 24-14099-003

Edité le 06/01/2025

Données issues du client :Libellé de l'échantillon : MV-REF RHÔNE
Lieu de prélèvement : MARCEGAGLIA DARSE 1
Commune : FOS SUR MER
Nature : Gammare(1) Prélevé le non communiqué à par GALATEA
Reçu le 28/11/2024 à 09:35 Température à réception : 6 °C

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-003 Devis n° 2024042559 Sous-Devis n° 24042559-001

Commentaire : Date de prélèvement non communiquée. Le laboratoire émet des réserves sur le(s) résultat(s).

Le benzo (b) fluoranthène a été rendu sous la forme benzo (b+j) fluoranthène (Code Sandre 3000)

Synthèse des résultats d'analyses

Mise en route des analyses

Date / heure de prise en charge analytique :	28/11/2024	10:17
Date d'analyse: ICP_MS	20/12/2024	
Date de Lyophilisation	02/12/2024	
Date de Mineralisation	10/12/2024	
Date d'extraction: Matières Grasses	16/12/2024	
Date d'extraction sous pression à chaud (PFE)	17/12/2024	

Substances trouvées :

Signé électroniquement par Philippe REY, Adjoint au chef de service - Service Environnement, signataire autorisé.

Page 1 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA

Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr**TERANA DRÔME**
37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Code Sandre	Paramètres	Famille/ Sous Famille	Méthode	Concentration	CMA ou limite Q.	NQE ou Ref. Qualité
1244	PCB 138 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	1.90 µg/kg PF		
1537	Pyrène (*)	HAP	CMO_MT76	6.19 µg/kg PF		
1243	PCB 118 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.5 µg/kg PF		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.6 µg/kg PF		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	0.9 %		
1476	Chrysène (*)		CMO_MT76	1.77 µg/kg PF		
1242	PCB 101 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.68 µg/kg PF		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.05 µg/kg PF		5
1458	Anthracène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.2 µg/kg PF		
1246	PCB 180 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.28 µg/kg PF		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)		CMO_MT76	1.37 µg/kg PF		
1524	Phénanthrène		CMO_MT76	7.75 µg/kg PF		
1191	Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	4.75 µg/kg PF		30
1622	Acénaphthylène (*)		CMO_MT76	0.65 µg/kg PF		
1517	Naphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés) Insecticides	CMO_MT76	7.0 µg/kg PF		
1623	Fluorène (*)		CMO_MT76	0.64 µg/kg PF		
1245	PCB 153 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	3.17 µg/kg PF		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)		CMO_MT17	37.00 mg/kg PF		

Méthodes :

Méthode	Description
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)
CMO_MT17	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE) et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
IFREMER	Evaluation de la contamination chimique basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules
MG-ASE200	Extraction ASE200
NF EN 13805	Digestion sous pression de produits alimentaires en vu de l'analyse des éléments traces

Dossier n° 24-14099 Echantillon n° 24-14099-003

Page 2 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants minéraux

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1370	Aluminium (Al)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1370	Aluminium (Al) (*)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	99050	µg/kg PF	1000		
1369	Arsenic (As)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1369	Arsenic (As) (*)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	2471	µg/kg PF	10		
1388	Cadmium (Cd)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1388	Cadmium (Cd) (*)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	68.0	µg/kg PF	4		
1389	Chrome Total (Cr) (*)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	243	µg/kg PF	20		
1389	Chrome Total (Cr)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1392	Cuivre (Cu) (*)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	1258	µg/kg PF	120		
1392	Cuivre (Cu)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1380	Etain (Sn) (*)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	72	µg/kg PF	20		
1380	Etain (Sn)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1393	Fer (Fe) (*)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	114020	µg/kg PF	2000		
1393	Fer (Fe)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn) (*)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	7660	µg/kg PF	60		
1387	Mercure (Hg) R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	µg/kg MS			0.02
1387	Mercure (Hg) (*)R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	18.0	µg/kg PF	5		0.02
	Methode de minéralisation		NF EN 13805	N/A	Sans objet				
1386	Nickel (Ni) (*)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	319	µg/kg PF	80		
1386	Nickel (Ni)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb) (*)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	176	µg/kg PF	10		
1383	Zinc (Zn) (*)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	20577	µg/kg PF	1200		
1383	Zinc (Zn)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			

Page 3 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants organiques

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1453	Acénaphène (*)	83-32-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1622	Acénaphthylène (*)	208-96-8	CMO_MT76	GCMSMS	0.65	µg/kg PF	0.5		
1458	Anthracène (*)	120-12-7	CMO_MT76	GCMSMS	1.2	µg/kg PF	1		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)	56-55-3	CMO_MT76	GCMSMS	1.37	µg/kg PF	0.5		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)R53	50-32-8	CMO_MT76	GCMSMS	1.05	µg/kg PF	1		5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	205-99-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.6	µg/kg PF	0.5		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	191-24-2	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	207-08-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1476	Chrysène (*)	218-01-9	CMO_MT76	GCMSMS	1.77	µg/kg PF	0.5		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracène (*)	53-70-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1191	Fluoranthène (*)R53	206-44-0	CMO_MT76	GCMSMS	4.75	µg/kg PF	0.5		30
1623	Fluorène (*)	86-73-7	CMO_MT76	GCMSMS	0.64	µg/kg PF	0.5		
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène (*)	193-39-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1517	Naphtalène	91-20-3	CMO_MT76	GCMSMS	7.0	µg/kg PF	4		
1242	PCB 101 (*)	37680-73-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.68	µg/kg PF	0.2		
1243	PCB 118 (*)	31508-00-6	CMO_MT76	GCMSMS	0.5	µg/kg PF	0.2		
1244	PCB 138 (*)	35065-28-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.90	µg/kg PF	0.2		
1245	PCB 153 (*)	35065-27-1	CMO_MT76	GCMSMS	3.17	µg/kg PF	0.2		
1246	PCB 180 (*)	35065-29-3	CMO_MT76	GCMSMS	0.28	µg/kg PF	0.2		
1239	PCB 28 (*)	7012-37-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1241	PCB 52 (*)	35693-99-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1524	Phénanthrène	85-01-8	CMO_MT76	GCMSMS	7.75	µg/kg PF	2.5		
	Pourcentage de lyophilisation	/	MG-ASE200	Pesée	83.75	%			
1537	Pyrène (*)	129-00-0	CMO_MT76	GCMSMS	6.19	µg/kg PF	0.5		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	Extraction ASE 300	0.9	%	0.1		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)	/	CMO_MT17	GC - FID pour composés volatils	37.00	mg/kg PF	5		

Nombre de tests réalisés au sein du service **Micro polluants organiques** : 25

Préparation solides

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
3274	Indice de condition		Calcul	Calcul	0.08	%			
	Longueur moyenne (15 moules)		IFREMER	IFREMER	55.3	mm			
	Masse chair étuvée (15 moules) - Lyophilisée		IFREMER	IFREMER	6.580	Gr			
	Masse chair fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	40.500	Gr			
	Masse coquillage étuvée (15 moules) - 48 heures à 60°C		IFREMER	IFREMER	85.950	Gr			
	Masse coquillage fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	90.990	Gr			
	Masse moyenne entière (15 moules)		IFREMER	IFREMER	16.100	Gr			

Page 4 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14099-003

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

Origine des critères

RS3 : A.M. 27 octobre 2011

LQ : Limite de quantification / **ND** : Non déterminé / **CMA** : Concentration maximale admissible pour la matrice prélevée / **NQE** : Norme de qualité environnementale / **Ec** : Uniquement pour les eaux de consommation, les piscines, les baignades aménagées.

Les résultats et commentaires ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'essai.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque des informations fournies par le client peuvent affecter la validité des résultats.

(1) Dans le cas où le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, cette information est une donnée issue du client, par ailleurs les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par une étoile (*).

Les commentaires couverts par l'accréditation sont identifiés par une étoile (*).

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction de la marque d'accréditation est interdite.

(E) : Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 26 juin 2023.

Fin du rapport n° 24-14099-003



TERANA DRÔME

Client demandeur N° : 42371

Vos ref :

Client payeur N° : 42371
GALATEA
Chemin Saint Lambert
13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE**Monsieur Pierre GRILLON**
GALATEA
Artiparc 2 - Bât A
Chemin Saint Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Rapport d'essai n° 24-14163-004

Edité le 06/01/2025

Données issues du client :Libellé de l'échantillon : MV REF SUD
Lieu de prélèvement : MARLEGAULA DARSE 1
Commune : FOS SUR MER
Nature : Gammare(1) Prélevé le non communiqué à par GALATEA
Reçu le 29/11/2024 à 09:40 Température à réception : 8 °C

Dossier n° 24-14163 Echantillon n° 24-14163-004 Devis n° 2024042559 Sous-Devis n° 24042559-001

Commentaire : Date de prélèvement non communiquée. Le laboratoire émet des réserves sur le(s) résultat(s).

Le benzo (b) fluoranthène a été rendu sous la forme benzo (b+j) fluoranthène (Code Sandre 3000)

Synthèse des résultats d'analyses

Mise en route des analyses

Date / heure de prise en charge analytique :	29/11/2024	10:10
Date d'analyse: ICP_MS	20/12/2024	
Date de Lyophilisation	02/12/2024	
Date de Mineralisation	10/12/2024	
Date d'extraction: Matières Grasses	16/12/2024	
Date d'extraction sous pression à chaud (PFE)	17/12/2024	

Substances trouvées :

Signé électroniquement par Philippe REY, Adjoint au chef de service - Service Environnement, signataire autorisé.

Page 1 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-004

n° client : 42371 Nom client : GALATEA

Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr**TERANA DRÔME**
37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Code Sandre	Paramètres	Famille/ Sous Famille	Méthode	Concentration	CMA ou limite Q.	NQE ou Ref. Qualité
1622	Acénaphthylène (*)		CMO_MT76	0.55 µg/kg PF		
1524	Phénanthrène		CMO_MT76	7.26 µg/kg PF		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)		CMO_MT17	8.40 mg/kg PF		
1245	PCB 153 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.24 µg/kg PF		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.5 µg/kg PF		
1458	Anthracène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.0 µg/kg PF		
1476	Chrysène (*)		CMO_MT76	1.58 µg/kg PF		
1242	PCB 101 (*)	PLASTIFIANTS	CMO_MT76	0.43 µg/kg PF		
1537	Pyrène (*)	HAP	CMO_MT76	6.68 µg/kg PF		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	0.6 %		
1191	Fluoranthène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	5.16 µg/kg PF		30
1082	Benzo (a) Anthracène (*)		CMO_MT76	1.21 µg/kg PF		
1453	Acénaphthène (*)		CMO_MT76	0.88 µg/kg PF		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	1.21 µg/kg PF		5
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	CMO_MT76	0.53 µg/kg PF		

Méthodes :

Méthode	Description
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)
CMO_MT17	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE) et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
IFREMER	Evaluation de la contamination chimique basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules
MG-ASE200	Extraction ASE200
NF EN 13805	Digestion sous pression de produits alimentaires en vu de l'analyse des éléments traces

Dossier n° 24-14163 Echantillon n° 24-14163-004

Page 2 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-004

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants minéraux

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1370	Aluminium (Al)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1370	Aluminium (Al) (*)	7429-90-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	46132	µg/kg PF	1000		
1369	Arsenic (As)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1369	Arsenic (As) (*)	7440-38-2	CMM_M047	métaux par ICP MS	2401	µg/kg PF	10		
1388	Cadmium (Cd)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1388	Cadmium (Cd) (*)	7440-43-9	CMM_M047	métaux par ICP MS	72.0	µg/kg PF	4		
1389	Chrome Total (Cr) (*)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	301	µg/kg PF	20		
1389	Chrome Total (Cr)	7440-47-3	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1392	Cuivre (Cu) (*)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	1158	µg/kg PF	120		
1392	Cuivre (Cu)	7440-50-8	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1380	Etain (Sn) (*)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	<20	µg/kg PF	20		
1380	Etain (Sn)	7440-31-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1393	Fer (Fe) (*)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	104393	µg/kg PF	2000		
1393	Fer (Fe)	7439-89-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1394	Manganèse (Mn) (*)	7439-96-5	CMM_M047	métaux par ICP MS	3325	µg/kg PF	60		
1387	Mercuré (Hg) R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	µg/kg MS			0.02
1387	Mercuré (Hg) (*)R53	7439-97-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	14.0	µg/kg PF	5		0.02
	Methode de minéralisation		NF EN 13805	N/A	Sans objet				
1386	Nickel (Ni) (*)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	334	µg/kg PF	80		
1386	Nickel (Ni)	7440-02-0	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			
1382	Plomb (Pb) (*)	7439-92-1	CMM_M047	métaux par ICP MS	256	µg/kg PF	10		
1383	Zinc (Zn) (*)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	21984	µg/kg PF	1200		
1383	Zinc (Zn)	7440-66-6	CMM_M047	métaux par ICP MS	ND	mg/kg MS			

Page 3 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-004

n° client : 42371 Nom client : GALATEA


 Accréditation
 N°1-7302
 Portée disponible
 sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

TERANA DRÔME

Micro polluants organiques

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
1453	Acénaphène (*)	83-32-9	CMO_MT76	GCMSMS	0.88	µg/kg PF	0.5		
1622	Acénaphthylène (*)	208-96-8	CMO_MT76	GCMSMS	0.55	µg/kg PF	0.5		
1458	Anthracène (*)	120-12-7	CMO_MT76	GCMSMS	1.0	µg/kg PF	1		
1082	Benzo (a) Anthracène (*)	56-55-3	CMO_MT76	GCMSMS	1.21	µg/kg PF	0.5		
1115	Benzo (a) Pyrène (*)R53	50-32-8	CMO_MT76	GCMSMS	1.21	µg/kg PF	1		5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	205-99-2	CMO_MT76	GCMSMS	1.5	µg/kg PF	0.5		
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène (*)	191-24-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.53	µg/kg PF	0.5		
1117	Benzo (k) Fluoranthène (*)	207-08-9	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1476	Chrysène (*)	218-01-9	CMO_MT76	GCMSMS	1.58	µg/kg PF	0.5		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracène (*)	53-70-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1191	Fluoranthène (*)R53	206-44-0	CMO_MT76	GCMSMS	5.16	µg/kg PF	0.5		30
1623	Fluorène (*)	86-73-7	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène (*)	193-39-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.50	µg/kg PF	0.5		
1517	Naphtalène	91-20-3	CMO_MT76	GCMSMS	<4.0	µg/kg PF	4		
1242	PCB 101 (*)	37680-73-2	CMO_MT76	GCMSMS	0.43	µg/kg PF	0.2		
1243	PCB 118 (*)	31508-00-6	CMO_MT76	GCMSMS	<0.2	µg/kg PF	0.2		
1244	PCB 138 (*)	35065-28-2	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1245	PCB 153 (*)	35065-27-1	CMO_MT76	GCMSMS	0.24	µg/kg PF	0.2		
1246	PCB 180 (*)	35065-29-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1239	PCB 28 (*)	7012-37-5	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1241	PCB 52 (*)	35693-99-3	CMO_MT76	GCMSMS	<0.20	µg/kg PF	0.2		
1524	Phénanthrène	85-01-8	CMO_MT76	GCMSMS	7.26	µg/kg PF	2.5		
	Pourcentage de lyophilisation	/	MG-ASE200	Pesée	85.52	%			
1537	Pyrène (*)	129-00-0	CMO_MT76	GCMSMS	6.68	µg/kg PF	0.5		
1358	Matière grasse		MG-ASE200	Extraction ASE 300	0.6	%	0.1		
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)	/	CMO_MT17	GC - FID pour composés volatils	8.40	mg/kg PF	5		

Nombre de tests réalisés au sein du service **Micro polluants organiques** : 25

Préparation solides

Code Sandre	Paramètre	N° CAS	Méthode	Technique	Résultat	Unité	LQ	Limite de qualité (Ec)	Réf Qualité ou NQE (Ec)
3274	Indice de condition		Calcul	Calcul	0.07	%			
	Longueur moyenne (15 moules)		IFREMER	IFREMER	45.7	mm			
	Masse chair étuvée (15 moules) - Lyophilisée		IFREMER	IFREMER	4.450	Gr			
	Masse chair fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	30.730	Gr			
	Masse coquillage étuvée (15 moules) - 48 heures à 60°C		IFREMER	IFREMER	63.220	Gr			
	Masse coquillage fraîche (15 moules)		IFREMER	IFREMER	68.160	Gr			
	Masse moyenne entière (15 moules)		IFREMER	IFREMER	0.800	Gr			

Page 4 sur 5

Modèle rapport échantillon Terana-FRA-V3 - 15/11/2024

Ech n° : 24-14163-004

n° client : 42371 Nom client : GALATEA



Accréditation
N°1-7302
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

TERANA DRÔME
 37 AVENUE LAUTAGNE - 26000 VALENCE
 Tél : 04 75 81 70 70 - drome@labo-terana.fr - www.labo-terana.fr
 SIREN 130 021 637 - SIRET 130 021 637 00090 - CODE APE 7120B

Origine des critères

RS3 : A.M. 27 octobre 2011

LQ : Limite de quantification / **ND** : Non déterminé / **CMA** : Concentration maximale admissible pour la matrice prélevée / **NQE** : Norme de qualité environnementale / **Ec** : Uniquement pour les eaux de consommation, les piscines, les baignades aménagées.

Les résultats et commentaires ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'essai.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque des informations fournies par le client peuvent affecter la validité des résultats.

(1) Dans le cas où le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, cette information est une donnée issue du client, par ailleurs les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par une étoile (*).

Les commentaires couverts par l'accréditation sont identifiés par une étoile (*).

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction de la marque d'accréditation est interdite.

(E) : Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 26 juin 2023.

Fin du rapport n° 24-14163-004

ANNEXE 3 DONNEES BRUTES BENTHOS

Abondance	SB 1-1	SB 1-2	SB 1-3	SB 2-1	SB 2-2	SB 2-3	SB 3-1	SB 3-2	SB 3-3	SB 4-1	SB 4-2	SB 4-3	SB RC-1	SB RC-2	SB RC-3	SB AR-1	SB AR-2	SB AR-3	SB Sud-1	SB Sud-2	SB Sud-3
Abyssoninoe bidentata	1				2	1	1	3						1					1	3	2
Diplocirrus glaucus																			4		1
Galathowenia													2			1					1
Magelona alleni														1							
Phyllochaetopterus socialis														1							
Pilargis verrucosa																1					
Poecilochaetus serpens																			1	2	1
Pseudobranchiomma marmarensis																3		1			1
Sabellaria alveolata														1							
Spiochaetopterus costarum													3	1			1				
Ampelisca typica	2	1	2					2					3	4	3						1
Astacilla longicornis																				1	
Diastylis rugosa																1			1		1
Eurydice pulchra																1					
Gnathia maxillaris																1					
Iphinoe serrata													3								
Iphinoe tenella	1												2	1		1					
Lepidepecreum longicornis																				1	
Leucothoe									1												
Leucothoe occulta																				1	
Phtisica marina	1														1						
Veretillum cynomorium								1													
Amphipholis squamata	2						2	2	2					2	2	3		1			
Thyone fusus																	1				
Acanthocardia paucicostata														1	2					1	
Antalis dentalis																				1	
Calyptrea chinensis														1							
Dosinia lupinus				1										1		1		2			
Fustiaria rubescens															1				3	6	1
Lucinella divaricata																					1
Moerella distorta			2		1	1	1				1										
Moerella donacina																	1				
Moerella pulchella																			1		1
Musculus costulatus											1								1		
Nucula nitidosa				1	1			1				1								2	
Papillicardium minimum												1									
Peronidia albicans						1			1												
Polititapes lucens										1											
Serratina serrata																					1
Solemya togata																			1		
Spisula subtruncata													1	1				1			
Thracia phaseolina																				1	
Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris						1											2				
Ampharete octocirrata	1	1												1	2				3	2	1
Aponuphis ornata																			2	8	1
Dialychone acustica																				1	
Drilonereis filum					1		1							1		1					
Euchone pararosea		1																1		2	
Eunice vittata		1											1		1		2	1	1	2	
Glycera													1								

Glycera fallax		1																	
Glycera tridactyla																	3	2	
Glycera unicornis				1	1	1			1	1	1	1					1		
Goniada maculata									1								1		1
Lumbrineris																		1	
Lumbrineris latreilli										2	1			1	1				
Lumbrineris pinaster															1		1		
Lysidice unicornis		2															1		
Malmgrenia polypapillata											1								
Nephtys incisa																	1		
Nephtys kersivalensis		1													1			3	2
Oxydromus flexuosus	1												2						
Paucibranchia bellii												1		1					
Pholoe inornata													1	1					
Phyllodoce lineata																1	1	1	1
Pista colini	1		1					2	1									1	
Protodorvillea kefersteini												1							
Pseudomystides limbata			1																
Sigalion mathildae																			1
Sigalion squamosus																		1	1
Spirobranchus triqueter													1						
Sternaspis scutata							1												
Pseudolirius kroyeri												1							
Amphiura chiajei	8	5	5		2			3		1			5	3	8	2	4		
Pitar rudis	1											1						1	1
Amphicteis gunneri							1												
Aonides oxycephala	4	6	5									10	11	6	1				
Chaetozone corona						1	2	1									2		1
Eunereis longissima			1	1															
Laonice grimaldii	1		2					1											
Leiochone leiopygos													1						
Mediomastus fragilis	2	5	2					1				9	12	12					
Melinna palmata						1	3	1					1					3	1
Mysta barbata			1																
Mysta picta			1															3	
Notomastus aberans																		1	4
Paradoneis armata																		1	1
Paradoneis lyra												1	2						
Scolecopsis								1											1
Scoloplos armiger																			1
Spio decorata												1		1					2
Spio multioculata													1					1	2
Apseudopsis annabensis	1			2	1	2						2	5	3	1		1		
Apseudopsis bacescui			1														1		2
Leptocheirus mariae							5		10			1	1	1					
Medicorophium								1											
Medicorophium runcicorne																		1	2
Zeuxo holdichi		1	1													2		1	2
Abra alba								1			1		1						
Abra nitida															1				
Kurtiella bidentata				1												1	2		
Nemertea							1						2	1	1	1	1		1
Phoronis	2	1	6	1								1		4				1	1
Aphelochaeta	1	1	3								1	1				1		2	1
Chaetozone christiei	2	2	5				3	4		1	2	6				3			1
Chaetozone elakata					1			1				1				4		1	1
Chaetozone gibber													1			1			
Cirriformia filigera		1										2	4	3					
Dipolydora giardi														1					

Glycera alba			1																		
Heteromastus filiformis			1																		
Kirkegaardia heterochaeta	2	2	7	2			1	2		2	1	4		1	1				1		
Lagis koreni			1						1	1											
Polycirrus														1							
Prionospio caspersi																		1	1		
Prionospio fallax													1	2	5				2		
Protocirrinieris chrysoderma	13	22	15	3	2	4	2	4	6	1	4	8	6	11	11	7	4	7	2	4	1
Varicorbula gibba	5	3	3	1		4	3	1	3	3	3	1	3	6	2	6	1	2	4		4
Gallardoneris nonatoi													2	3	1						
Leiochrides deltaicus	26	22	34	6	3	3	2	7	4	8	5	6	40	34	19	21	12	16	1	1	
Diogenes pugilator																			1	1	

Biomasse (mg)	SB 1-1	SB 1-2	SB 1-3	SB 2-1	SB 2-2	SB 2-3	SB3-1	SB3-2	SB3-3	SB4-1	SB4-2	SB4-3
<i>Abyssoninoe bidentata</i>	0,05	0	0	0	5	2,5	9,55	28,65	0	0	0	0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Magelona alleni</i>	1,2	1,8	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllochaetopterus socialis</i>	0,4	0,4	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
<i>Pilargis verrucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poecilochaetus serpens</i>	0,6	0,6	1,5	0	0	0	0,6	0,8	0	0,2	0,4	1,2
<i>Pseudobranchiomma marmarensis</i>	0	0	0	0	0	1,7	1,4	0,7	0	0	0	0
<i>Sabellaria alveolata</i>	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0,2
<i>Spirochaetopterus costarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca typica</i>	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astacilla longicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diastylis rugosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eurydice pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnathia maxillaris</i>	0	0	0	0	0,13	0	0,8	0	0	0	0	0
<i>Ipinoe serrata</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ipinoe tenella</i>	0	0	24,5	22,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidepecreum longicornis</i>	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucothoe</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucothoe occulta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phtisica marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veretillum cynomorium</i>	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphipholis squamata</i>	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thyone fusus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	0	0	0	4,5	4,5	4,5	0	0	1,5	4,6	4,6	4,6
<i>Antalis dentalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0
<i>Calyptraea chinensis</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dosinia lupinus</i>	0,2	0,2	0,7	0,26	0	0	0,08	0,16	0	0,26	0,13	0,52
<i>Fustiaria rubescens</i>	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0,08	0,2	0	0
<i>Lucinella divaricata</i>	0,3	0	0,6	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0
<i>Moerella distorta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Moerella donacina</i>	13	11	17	3	1,5	1,5	0,8	2,8	1,6	3,2	2	2,4
<i>Moerella pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musculus costulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,34	0,17
<i>Nucula nitidosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Papillicardium minimum</i>	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peronidia albicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polititapes lucens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9
<i>Serratina serrata</i>	0,22	0,55	0,22	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0
<i>Solemya togata</i>	0	0	0	0	0	0	0,12	0,36	0,12	0	0	0
<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thracia phaseolina</i>	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Biomasse (mg)	SB 1-1	SB 1-2	SB 1-3	SB 2-1	SB 2-2	SB 2-3	SB3-1	SB3-2	SB3-3	SB4-1	SB4-2	SB4-3
<i>Ampharete octocirrata</i>	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aponuphis ornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dialychone acustica</i>	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Drilonereis filum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euchone pararosea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunice vittata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera fallax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera unicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Goniada maculata</i>	0,11	0	0,11	0	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0
<i>Lumbrineris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris pinaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lysidice unicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malmgrenia polypapillata</i>	10,4	17,6	12	1,8	1,2	2,4	1,2	2,4	3,6	1	4	8
<i>Nephtys incisa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys kersivalensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxydromus flexuosus</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paucibranchia bellii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pholoe inornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0
<i>Phyllodoce lineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pista colini</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomystides limbata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sigalion mathildae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sigalion squamosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spirobranchus triqueter</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	0	0	0	0	0	27,7	0	0	0	0
<i>Pseudolirius kroyeri</i>	0,16	0,08	0,16	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
<i>Amphiura chiajei</i>	0,1	0	0	0,08	0,04	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Pitar rudis</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphicteis gunneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozona corona</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunereis longissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laonice grimaldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leiochone leiopygos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melinna palmata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mysta barbata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
<i>Mysta picta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0
<i>Notomastus aberans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paradoneis armata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0
<i>Paradoneis lyra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoelepis</i>	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spio decorata</i>	0	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spio multioculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	404	0	0	0	0
<i>Apseudopsis annabensis</i>	0,1	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,4	0	0	0
<i>Apseudopsis bacescui</i>	73,6	46	46	0	7,2	0	0	3,9	0	0	16,3	0
<i>Leptocheirus mariae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Medicorophium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	2,9	0
<i>Medicorophium runcicorne</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zeuxo holdichi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Abra alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Abra nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kurtiella bidentata</i>	42	25,2	25,2	6,1	0	24,4	42,9	14,3	42,9	1,11	1,11	0,37

Biomasse (mg)	SB 1-1	SB 1-2	SB 1-3	SB 2-1	SB 2-2	SB 2-3	SB3-1	SB3-2	SB3-3	SB4-1	SB4-2	SB4-3
<i>Nemertea</i>	0	0	0	9,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phoronis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphelocheata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone christiei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone elakata</i>	0	0	3,8	0	5,95	5,95	1,7	0	0	0	3,8	0
<i>Chaetozone gibber</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirriformia filigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dipolydora giardi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Glycera alba</i>	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0,5	0	0	0	15,1
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i>	0	0	0	0	0	5,2	0	0	25,7	0	0	0
<i>Lagis koreni</i>	10,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polycirrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0
<i>Prionospio caspersi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio fallax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protocirrinieris chrysoderma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Varicorbula gibba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gallardoneris nonatoi</i>	0	0	0	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0
<i>Leiochrides deltaicus</i>	0,6	0,3	1,8	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diogenes pugilator</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0

Biomasse (mg)	SB RC-1	SB RC-2	SB RC-3	SB AR-1	SB AR-2	SB AR-3	SB Sud-1	SB Sud-2	SB Sud-3
<i>Abyssoninoe bidentata</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	0	0,1	0,2	0	0	0	0,18	0,12	0,06
<i>Galathowenia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona allenii</i>	4	4,4	2,4	0,4	0	0	0	0	0
<i>Phyllochaetopterus socialis</i>	0,8	0	0	0	0,4	0	2,6	0	1,3
<i>Pilargis verrucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0,6	2,4	0,3
<i>Poecilochaetus serpens</i>	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0,2
<i>Pseudobranchiomma marmarensis</i>	0	0	0	0	0	1,6	0	0,2	0
<i>Sabellaria alveolata</i>	0	0	0	1,6	0	0	0,55	0,55	0
<i>Spiochaetopterus costarum</i>	0	1,4	0	0	0,4	0	0	0	0
<i>Ampelisca typica</i>	0,2	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0
<i>Astacilla longicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	8,4	0
<i>Diastylis rugosa</i>	0	0	0	0	0	0	0,6	1,8	1,2
<i>Eurydice pulchra</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Gnathia maxillaris</i>	0	3	0	0,15	0	0	0	0	0
<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0,12	0
<i>Iphinoe tenella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepideopereum longicornis</i>	0,6	0	0,6	0	0,8	0,4	0,5	1	0
<i>Leucothoe</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,1
<i>Leucothoe occulta</i>	0,3	0,45	0,15	0	0	0	0	0	0
<i>Phtisica marina</i>	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veretillum cynomorium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphipholis squamata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thyone fusus</i>	0	0	0	0	0	0	2,22	1,48	0
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	0	0	0	0	0	4,2	0	0	0
<i>Antalis dentalis</i>	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,6
<i>Calyptrea chinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dosinia lupinus</i>	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0,5	0
<i>Fustiaria rubescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucinella divaricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Moerella distorta</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Moerella donacina</i>	17,2	14,62	8,17	10,5	6	8	0,4	0,4	0
<i>Moerella pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0
<i>Musculus costulatus</i>	0	2,85	2,85	0	0	0	0	0	0
<i>Nucula nitidosa</i>	0	0	0,15	0	0	0,15	0	0	0
<i>Papillicardium minimum</i>	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0

Biomasse (mg)	SB RC-1	SB RC-2	SB RC-3	SB AR-1	SB AR-2	SB AR-3	SB Sud-1	SB Sud-2	SB Sud-3
<i>Peronidia albicans</i>	2,6	0	0	0,8	0	0	0	0	0
<i>Polititapes lucens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Serratina serrata</i>	1,53	2,04	2,04	0	0	0	0	0	0
<i>Solemya togata</i>	0	1,4	0	0	0	0	2,4	0,8	0
<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thracia phaseolina</i>	0	0	0	0	0	0	1,8	0	0
<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris</i>	0	0	0	0	10,9	0	0	0	0
<i>Ampharete octocirrata</i>	0	0	0	2,8	0	0	2,1	0	1,4
<i>Aponuphis ornata</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	1,6	3,2
<i>Dialychone acustica</i>	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Drilonereis filum</i>	0	0	0	0	0	0	0,06	0,06	0
<i>Euchone pararosea</i>	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunice vittata</i>	2,4	0	2,4	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i>	0	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera fallax</i>	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	0	1,05	0	1,05	0,1	0	0,1
<i>Glycera unicornis</i>	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
<i>Goniada maculata</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0
<i>Lumbrineris</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0,2
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris pinaster</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0
<i>Lysidice unicornis</i>	0,1	0,2	0,5	0	0	0	0	0,2	0
<i>Malmgrenia polypapillata</i>	21,6	39,6	39,6	12,6	7,2	12,6	6	12	3
<i>Nephtys incisa</i>	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys kersivalensis</i>	0	0	0	0,24	0	0,08	0	0	0,1
<i>Oxydromus flexuosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paucibranchia bellii</i>	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pholoe inornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Phyllodoce lineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
<i>Pista colini</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	9,6
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2
<i>Pseudomystides limbata</i>	0,07	0	0,07	0	0	0	0	0,2	0,2
<i>Sigalion mathildae</i>	0	0,8	0	0	0	0	0,6	1,2	0,6
<i>Sigalion squamosus</i>	0,99	0,33	0	0	2,3	0	0	0	0
<i>Spirobranchus triqueter</i>	0	1,4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudolirius kroyeri</i>	0,54	0,72	0,54	0	0	0	0	0	0,35
<i>Amphiura chiajei</i>	0,24	0,6	0,36	0,1	0	0,1	0	0	0
<i>Pitar rudis</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,6
<i>Amphicteis gunneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0
<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	0	0,2	0	0	0,35	0	0,35
<i>Chaetozone corona</i>	0	0	0	0	0	0	51,9	51,9	0
<i>Eunereis longissima</i>	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
<i>Laonice grimaldii</i>	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0
<i>Leiochone leiopygos</i>	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	0,24	0,12	0	0,2	0	0	0	0	0
<i>Melinna palmata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0
<i>Mysta barbata</i>	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0
<i>Mysta picta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notomastus aberans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0
<i>Paradoneis armata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paradoneis lyra</i>	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0,26
<i>Scolecopsis</i>	0	0	0,15	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spio decorata</i>	0	0	0	0	0,06	0	0,07	0,14	0,21
<i>Spio multioculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apseudopsis annabensis</i>	0	0,66	0,66	0,45	0	0,15	0	0	0
<i>Apseudopsis bacescui</i>	0	57,5	34,5	69,6	17,4	34,8	0	0	0
<i>Leptocheirus mariae</i>	0	0	0	0	14,7	0	0	0	0
<i>Medicorophium</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Medicorophium runcicorne</i>	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0

Biomasse (mg)	SB RC-1	SB RC-2	SB RC-3	SB AR-1	SB AR-2	SB AR-3	SB Sud-1	SB Sud-2	SB Sud-3
<i>Zeuxo holdichi</i>	0	1,17	2,34	0	0	0	0	2,8	0
<i>Abra alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0
<i>Abra nitida</i>	0	2,6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kurtiella bidentata</i>	2,7	5,4	1,8	51	8,5	17	2,8	0	2,8
<i>Nemertea</i>	0	0,2	0	31,9	0	63,8	0	0	0
<i>Phoronis</i>	0	0	3	0	0	0	3,78	7,56	1,26
<i>Aphelochaeta</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0
<i>Chaetozone christiei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
<i>Chaetozone elakata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone gibber</i>	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0
<i>Cirriformia filigera</i>	0	0	0	0	0	0	20,8	0	20,8
<i>Dipolydora giardi</i>	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
<i>Glycera alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lagis koreni</i>	10,2	0	0	0	0	0	0	1,9	1,9
<i>Polycirrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio caspersi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	120,2
<i>Prionospio fallax</i>	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0
<i>Protocirrinieris chrysoderma</i>	0,4	0,4	0	0	0	3,7	0	0	0
<i>Varicorbula gibba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
<i>Gallardoneris nonatoi</i>	0	1	0,5	1,9	1,9	1,9	0	0	0,2
<i>Leiochrides deltaicus</i>	0,18	0	0,72	0	0	0	0,2	0,2	0,4
<i>Diogenes pugilator</i>	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0