MAIRIE DE BONIFACIO
PALAZZU PUBLICU
bonifacio-mairie.fr

COFFRES DE MOUILLAGE POUR LA GRANDE PLAISANCE – ZMEL DE SANT'AMANZA

Renouvellement de la demande d'Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) ZMEL

V8 – Septembre 2025

BRL Ingénierie

LRQA CERTIFIED ISO 9001

BRL ingénierie

1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001
30001 NIMES CEDEX 5

Date du document	30/05/2023
Contact	Stéphanie Fillion / Line Babiol

Titre du document	Coffres de mouillage pour la grande plaisance – ZMEL de Sant'Amanza – Renouvellement de la demande d'AOT ZMEL
Référence du document :	A00716_Renouvellt_AOT_ZMEL
Indice :	V8

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et validé par
13/02/2024	1	Première émission	S. Dufau	L. Babiol
20/02/2024	2	Prise en compte des remarques du maître d'ouvrage	S. Dufau	L. Babiol
26/02/2024	3	Prise en compte des remarques du maître d'ouvrage	S. Dufau	L. Babiol
11/03/2024	4	Ajout plan de récolement	S. Dufau	L. Babiol
16/07/2024	5	Mise à jour suite aux retours de la DMLC	S. Dufau	L. Babiol
26/08/2024	6	Prise en compte des remarques du maître d'ouvrage	S. Dufau	L. Babiol
04/04/2025	7	Prise en compte des retours du CSRPN et de la DMLC et des évolutions du projet (modification durée AOT, déplacement des coffres)	S. Dufau	L. Babiol
19/09/2025	8	Prise en compte des remarques de la DMLC du 06/08 et 02/09/2025	S. Dufau	L. Babiol

COFFRES DE MOUILLAGE POUR LA GRANDE PLAISANCE – ZMEL DE SANT'AMANZA

Renouvellement de la demande d'Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) ZMEL

PRÉAMBULE 9

1 PRÉSENTATION DU PROJET ET DE SES INCIDENCES POTENTIELLES SUR L'ENVIRONNEMENT ET SUR LE PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE IMMERGÉ 11

1.1 Contexte et objectifs du projet 11
1.1.1 Contexte du projet 11
1.1.2 Objectifs du projet 12
1.2 Rappel du projet initial 13
1.2.1 Critères pris en compte pour la définition du projet initial 13
1.2.2 Principes de dimensionnement du projet 13
1.2.3 Plan de mouillage 15
1.2.4 Caractéristiques des dispositifs mis en place 23
1.2.4.1 Ancrages 23
1.2.4.2 Bouée météorologique associée 27
1.2.5 Zone de stockage des dispositifs d'amarrage hors saison d'exploitation 28
1.2.6 Entretien et maintenance 28
1.2.7 Conditions d'exploitation de la première phase (2021-2023) 29
1.3 Bilan des suivis menés pendant la première phase d'exploitation des ZMEL 30
1.3.1 Bilan du suivi d'exploitation 30
1.3.2 Bilan du suivi des herbiers de Posidonies 33
1.3.3 Bilan du suivi de la qualité des eaux et des sédiments 37
1.3.4 Bilan paysager 37
1.3.5 Synthèse des suivis et retours d'expérience 38
1.4 Présentation du projet de renouvellement 39
1.4.1 Stratégie d'adaptation du projet pour la deuxième phase d'exploitation 39
1.4.1.1 Évolution de la taille des navires et optimisation de la capacité d'accueil 39
1.4.1.2 Élargissement de la période d'exploitation 40
1.4.1.3 Balisage des ZMELs 40
1.4.1.4 Création d'un comité de suivi 41
1.4.1.5 Adaptation et renforcement du suivi des herbiers de Posidonies 41
1.4.1.6 Financement du suivi environnemental 41
1.4.2 Concertation 41
1.4.3 Évolution du plan de mouillage 42
1.4.4 Exploitation 44
1.5 Modalités de prise en compte de l'environnement naturel, aquatique et paysager, de la vocation, des usages et de la sécurité de la zone 45
1.5.1 Prise en compte de la vocation et des activités de la zone concernée et des terrains avoisinants 45
1.5.2 Prise en compte des impératifs de sécurité des personnes et des biens, notamment du point de vue de la navigation 46

La politique de protection des données personnelles de BRL Ingénierie est accessible sur son site Internet à l'adresse https://brli.brl.fr/donnees-personnelles-102.html

1.5.3 Prise en compte des conditions de préservation des sites et paysages du littoral 47
1.5.4 Prise en compte des milieux naturels aquatiques 47
1.5.5 Prise en compte des contraintes relatives à l'écoulement et à la qualité des eaux 49
1.6 Incidences potentielles du projet 50
1.6.1 Impacts positifs du projet pour la biodiversité 50
1.6.2 Impacts négatifs du projet sur l'environnement 51
1.6.3 Impacts du projet sur le patrimoine archéologique immergé 51
1.7 Mesures prévues par le Maître d'ouvrage pour éviter, réduire, voire compenser les impacts négatifs du projet sur l'environnement 52
1.7.1 Mesures de réduction 52
1.7.2 Mesures de suivi 52
1.7.2.1 Mesure de surveillance et de sensibilisation de la zone de mouillage 52
1.7.2.2 Suivi de la fréquentation et des effets reports 52
1.7.2.3 Suivi technique et environnemental des ancrages 53
1.7.2.4 Suivi écologique de l'état de conservation de l'herbier de Posidonie 53
1.7.2.5 Suivi de la qualité des eaux et des sédiments 54
2 DEVIS DES DÉPENSES ENVISAGÉES 55
2.1 Hypothèses générales 55
2.2 Hypothèses de calcul des recettes 56
2.2.1 Taux de fréquentation des bouées et tarification par catégorie de navire (30 m, 45 m, 70 m) 56
2.2.1.1 Taux d'occupation des bouées 56
2.2.1.2 Tarification appliquée 56
2.2.2 Produits annuels du service (estimation 2025) 56
2.3 Budget prévisionnel 2025 57
2.4 Prospective à 15 ans du service (2025-2040) 58
2.4.1 Résultats d'exploitation 58
2.4.2 Recettes publiques perçues 59
3 NOTICE DESCRIPTIVE DES INSTALLATIONS 60
4 PLAN DE SITUATION ET PLANS DÉTAILLÉS DE LA ZONE 61
5 DÉCISION DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE À L'ISSUE DE LA DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS 65
ANNEXES 67
Annexe 1. Arrêté inter-préfectoral n°2A-2021-05-31-00001 du 31 mai 2021 portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime 69
Annexe 2. Récépissé de déclaration n°2A-2021-06-18-00004 du 18 juin 2021 70
Annexe 3. Bilan de la saison 2021 – Rapport d'activité 71
Annexe 4. Bilan de la saison 2022 – Rapport d'activité 72
Annexe 5. Bilan de la saison 2023 – Rapport d'activité 73
Annexe 6. Etat initial et suivi scientifique de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans les Z.M.E.L. expérimentales de Balistra (Golfe de Sant'Amanza, Réserve naturelle des Bucchi di Bunifaziu). Février 2023 74
Annexe 7. Etat initial de la qualité de l'eau et des sédiments – Creocean, juillet 2023 75
Annexe 8. Suivi du milieu de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza – Résultats du suivi 2023 – Creocean, janvier 2024 76

Annexe 9. Etude paysagère - Erba Barona Paysage, 2023 77
Annexe 10. Note d'optimisation des possibilités d'amarrage - BRLi, mai 2023 78
Annexe 11. Note sur l'adaptation des lignes d'amarrage – SOFID, janvier 2024 79
Annexe 12. Plan de récolement des ZMEL – NATALI, janvier 2022 80

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Croquis de principe du socle structurel des lests écoconçus 24
Figure 2 : Exemple de clavette en béton – liaison entre éléments écoconçus (photo LIB Industries) 25
Figure 3 : Vue en plan des lests écoconçus de 26 t (à gauche) et 46 t (à droite) 25
Figure 4 : Coupe transversale (AA) des lests écoconçus de 26 t (à gauche) et 46 t (à droite) 26
Figure 5 : Plan masse du lest éco-conçu (modèle 3D REVIT) 26
Figure 6 : Plan 3D du lest éco-conçu (modèle 3D REVIT) 27
Figure 7 : Bouée météorologique Alizé (NortekMed) 27
Figure 8 : Localisation de la zone de stockage 28
Figure 9 : Schéma de principe du mouillage (mouillages navires de 40 à 60 m) 32
Figure 10 : Photo prise par drone le 08/08/2022 38
Figure 11 : Hypothèses d'offre de services et de fréquentation des 14 bouées 56
Figure 12 : Tarification au m², longueur et largeur hors tout du navire, TVA 20% incluse 56
Figure 13 : Budget prévisionnel K€ HT 2025 58
Figure 14 : Prospective à 15 ans (2025-2040) 58
Figure 15 : En moyenne annuelle sur la période 59
Figure 16 : Recettes publiques, taxes et redevances perçues sur le service à horizon 2040 59

Liste des tableaux

Tableau 1 : Conditions environnementales de dimensionnement prises pour l'étude 15
Tableau 2 : Coordonnées des ZMEL (système géodésique WGS84) 17
Tableau 3 : Caractéristiques des points d'ancrage retenus dans le projet initial et l'AP n°2A-2021-05-31-00001 17
Tableau 4 : Coordonnées des lests issues du plan de récolement 20
Tableau 5 : Coordonnées des bouées de balisage de la ZMEL 40
Tableau 6 : Synthèse des caractéristiques des coffres d'amarrage 43
Tableau 7 : Budget estimé en K€ HT 57

Liste des cartes

Carte 1 : Plan de mouillage prévu dans le **projet initial** 19
Carte 2 : Implantation des lests (plan de mouillage initial - en vert ; plan de récolement - en rouge) – ZMEL 1 21
Carte 3 : Implantation des lests (plan de mouillage initial - en vert ; plan de récolement - en rouge) – ZMEL 2 22
Carte 4 : Plan de repositionnement des coffres 9 (A5), 10 (A7), 11 (A6), 12 (A8) et 13 (A9) de la ZMEL 2 36
Carte 5 : Plan de situation du projet au 1/25 000 62
Carte 6 : Plan de situation du projet au 1/25 000 (fond SHOM) 63
Carte 7 : Plan de situation du projet en situation d'occupation maximale au 1/15 000 64

PRÉAMBULE

Le projet présenté ici concerne deux zones de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) installées dans le golfe de Sant'Amanza sur la commune de Bonifacio en Corse.

Ces ZMEL, qui comprennent actuellement 14 bouées et une bouée météorologique, sont gérées par le port de Bonifacio. Elles ont fait l'objet d'une autorisation d'occupation temporaire transitoire (AOT Inter-préfectoral) délivrée le 31 mai 2021, pour la période 2021-2023 (Cf. Annexe 1) et d'un récépissé de déclaration n°2A-2021-06-18-00004 du 18 juin 2021 (Cf. Annexe 2).

Suite à l'exploitation des zones de mouillage sur les saisons 2021, 2022 et 2023, la commune de Bonifacio et la direction du Port souhaitent pérenniser le dispositif et renouveler son autorisation.

Une demande d'Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) a ainsi été rédigée. À l'issue du Comité Consultatif de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio qui s'est tenu le 10 février 2025, la demande d'AOT a été modifiée pour prendre en compte les éléments formulés par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) de Corse dans son avis du 2 décembre 2024.

Ainsi, le présent document constitue la demande d'autorisation d'occupation temporaire (AOT) de ces ZMEL pour une durée de 2 ans, à partir de la saison 2025.

Conformément à l'article R2124-41 du code général de la propriété des personnes publiques (CG3P), le contenu du présent dossier est le suivant :

« La demande d'autorisation, adressée au préfet, est accompagnée d'un dossier comportant :

1° Un rapport de présentation du projet et de ses incidences potentielles sur l'environnement et sur le patrimoine archéologique immergé ;

2° Un devis des dépenses envisagées ;

3° Une notice descriptive des installations prévues ;

4° Un plan de situation et un plan détaillé de la zone, faisant ressortir l'organisation des mouillages ainsi que des installations et des équipements légers annexes au mouillage ;

5° L'étude d'impact prévue à l'article R. 122-5 du code de l'environnement ou la décision prise en application de l'article R. 122-3-1 du même code lorsque l'autorité chargé de l'examen au cas par cas décide qu'un projet ne nécessite par la réalisation d'une évaluation environnementale.

Cette demande d'autorisation peut être transmise par voie électronique.

Le rapport de présentation indique les modalités de prise en compte de la vocation et des activités de la zone concernée et des terrains avoisinants, des impératifs de sécurité des personnes et des biens notamment du point de vue de la navigation, des conditions de préservation des sites et paysages du littoral et des milieux naturels aquatiques ainsi que des contraintes relatives à l'écoulement et à la qualité des eaux. »

1 Présentation du projet et de ses incidences potentielles sur l'environnement et sur le patrimoine archéologique immergé

1.1 Contexte et objectifs du projet

1.1.1 Contexte du projet

Les deux ZMEL à destination de la grande plaisance objets du présent projet sont situées sur la commune de Bonifacio, à l'extrême sud de la Corse, au cœur de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB).

Le projet de renouvellement de l'exploitation de ces ZMEL pour 2 ans est porté par la commune de Bonifacio et confié à l'équipe portuaire.

La commune de Bonifacio est fortement sensibilisée et impliquée dans les thématiques environnementales et de développement durable (certification Ports Propres et Actif en Biodiversité, label Pavillon Bleu du port, Opération Grand Site sur son territoire).

Les zones de mouillage sont localisées dans un site d'important trafic maritime, hautement fréquenté du fait de la forte attractivité du territoire. Ainsi, **le secteur des Bouches de Bonifacio est le plus fréquenté de Corse en termes de navires de grande et de très grande plaisance**.

De fait, la grande plaisance (bateaux de plus de 24 m de long) représente un **secteur d'activité majeur** pour la commune de Bonifacio. Le littoral communal accueille 44 % de la flotte de grande plaisance en Corse, avec une majorité de navires entre 24 et 40 m (50%) et entre 40 et 60 m (41%) (OEC, 2019). À titre d'exemple, l'accueil des navires de plus de 24 m a généré environ 60 % des revenus du port en 2019.

Il s'agit également d'une zone d'une **grande richesse écologique**, faisant l'objet d'une forte préservation environnementale, avec la présence de la RNBB et des sites du réseau Natura 2000 avec notamment la Zone Spéciale de Conservation « Bouches de Bonifacio, Iles des Moines » (FR9402015). L'omniprésence des herbiers de Posidonie est un enjeu majeur de la zone, or le constat est fait que 77 % des navires supérieurs à 24 m ancrent sur l'herbier (OEC, 2019), avec un impact important sur ces biocénoses emblématiques.

En réponse aux problèmes posés par l'ancrage des grandes unités maritimes sur les herbiers de Posidonie, le préfet maritime de Méditerranée a impulsé un plan d'action construit autour de 2 axes : la mise en place d'une interdiction de mouillage à l'ancre dans les herbiers pour les navires de plus de 24 m et l'accompagnement des projets de développement de mouillages organisés.

La Préfecture Maritime de la Méditerranée (PREMAR) apporte ainsi son soutien aux portages de projet de création de ZMEL dans le cadre d'appels à projets de la DIRM.

Le projet s'inscrit dans le périmètre de l'arrêté préfectoral N°206/2020 du 14/10/2020 réglementant le mouillage et l'arrêt des navires de 24 mètres et plus au droit du département de la Corse-du-Sud dans le périmètre de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio. Cet arrêté n'autorise l'ancrage des unités supérieures à 24 m dans le périmètre de la réserve que vers le large et au-delà d'une limite prédéfinie (isobathe -40 m environ).

1.1.2 Objectifs du projet

Le projet de renouvellement de l'autorisation des ZMEL de Sant'Amanza s'inscrit ainsi dans une **nécessité absolue d'assurer un équilibre durable entre protection environnementale et maintien de l'activité économique**.

Dans ce contexte, le projet poursuit ses objectifs initiaux affichés lors de la création des ZMEL et consistant à :

- préserver les fonds marins en supprimant les impacts générés par les mouillages forains (effets des ancres et chaînes des navires) sur les herbiers de Posidonies et la matte morte, et permettre ainsi leur restauration ;
- améliorer la gestion de la fréquentation et l'organisation des usages sur le plan d'eau ;
- prendre en compte les conflits d'usage et rechercher une acceptabilité sociale ;
- renforcer la sécurité et les conditions d'accueil des plaisanciers, en offrant une alternative au mouillage forain ;
- améliorer l'impact paysager dû au mouillage de la plaisance sur ce secteur.

La phase de conception du projet initial s'est appliquée à rechercher la meilleure solution possible pour le choix des ancrages et de l'implantation des bouées de manière à allier les critères environnementaux, techniques et paysagers. Les choix retenus et la démarche menée sont décrits aux chapitres suivants (§0).

L'équipe portuaire s'est ainsi attachée à développer un projet synthétisant l'ensemble de la problématique, en ayant longuement analysé le rapport risque/bénéfice, et en ayant privilégié **la cohérence et la réversibilité dans les choix effectués**. Le maître d'ouvrage s'est engagé à démonter la totalité des installations si les études de suivi devaient démontrer une dégradation de l'herbier de proximité (impact avéré significatif). **Il poursuit son engagement sur la prochaine période d'exploitation.**

D'autre part, nous considérons qu'au travers de l'exploitation de ces ZMEL, cet environnement largement dégradé à ce jour, est **surveillé et réglementé**. Depuis la mise en fonctionnement de ces ZMEL, **cette zone dont la surface est estimée à 60 hectares n'est plus impactée par aucune ancre**, quelle que soit la longueur du bateau.

Au vu du retour d'expérience sur les premières saisons d'exploitation des ZMEL (Cf. §1.3), tant au niveau de la fréquentation que de la protection de l'environnement, l'objectif aujourd'hui est de prolonger l'exploitation des aménagements pour 2 ans, à partir de la saison 2025.

Afin d'optimiser le fonctionnement et l'accueil des navires, la commune souhaite par ailleurs adapter certaines caractéristiques des zones de mouillage. Ces modifications mineures consistent à :

- **adapter la capacité d'accueil de certaines bouées** de manière à permettre l'accueil de navire jusqu'à 70 m ;
- **augmenter la durée annuelle d'exploitation** des ZMEL (6 mois au lieu de 4).

Le plan de situation du projet est présenté au §4.Carte 5 :

1.2 Rappel du projet initial

Les caractéristiques du projet présentées dans ce chapitre sont celles qui ont fait l'objet de l'autorisation d'occupation temporaire transitoire (AOT Inter-préfectoral) délivrée le 31 mai 2021, pour la période 2021-2023 (Cf. Annexe 1).

1.2.1 Critères pris en compte pour la définition du projet initial

Au vu du contexte environnemental et des caractéristiques techniques du projet, plusieurs critères se sont avérés primordiaux pour la définition de celui-ci, et notamment pour la détermination du site d'implantation, du type d'ancrage, et du plan de mouillage.

Pour trouver le meilleur compromis entre les enjeux environnementaux (biodiversité et paysage en particulier), les contraintes techniques liées aux ancrages et à la navigation, et les enjeux économiques, les critères suivants ont été déterminants :

- Biodiversité : prise en compte des fonds marins et des biocénoses en présence pour l'implantation des ancrages :
  - évitement total de l'herbier de Posidonies, et éloignement autant que possible ;
  - évitement total de la matte morte et éloignement autant que possible ;
  - recherche en priorité de zones sableuses.
- Paysage : prise en compte des enjeux paysagers et de l'intégration paysagère du projet ;
- Caractéristiques physiques et contraintes techniques :
  - Bathymétrie ;
  - type de substrat ;
  - prise en compte des cercles d'évitage des bateaux en fonction de leur taille ;
  - caractéristiques océanographiques (vents, houle).
- Attractivité vis-à-vis des navires de plaisance, en prenant en compte notamment la fréquentation du site, l'éloignement de la côte, les limites de l'arrêté préfectoral, le risque d'effet report…
- Enjeux économiques : étude de faisabilité économique pour différents scénarios d'implantation
- Problématique des confits d'usages et d'acceptabilité sociale.

Les différents scénarios étudiés dans le cadre de l'étude de faisabilité et jusqu'à la définition finale du projet se sont inscrits dans **une démarche « Éviter, Réduire, Compenser »** (ERC), en recherchant au maximum à éviter et réduire les impacts sur la biodiversité et le paysage.

1.2.2 Principes de dimensionnement du projet

Une étude de faisabilité technique, juridique, financière et environnementale a été menée par le Maître d'ouvrage afin de trouver une solution pour la création de zones de mouillages écologiques répondant à 3 objectifs principaux :

1. accueillir les yachts sur les spots prisés en supprimant les impacts sur les fonds marins ;
2. optimiser l'usage de l'espace littoral en garantissant des cercles d'évitage sécurisés et adaptés à des groupes de tailles de navires homogènes ;
3. garantir des conditions de sécurité de tenue au mouillage et de circulation sur le plan d'eau, permettant d'élargir les plages d'utilisation de la zone de mouillage.

Définition des navires cibles

Dans le cadre de cette étude de faisabilité, la définition des navires cibles du projet a été menée sur la base des données de la flotte mondiale, de l'étude des pratiques de fréquentation à l'échelle régionale et des relevés de fréquentation des navires de grande plaisance dans les Bouches de Bonifacio entre 2016 et 2018.

Le **scénario de 14 bouées retenu était le plus pertinent au vu des critères présentés précédemment.**

Pour **une organisation la plus simple et claire possible** et faciliter la lisibilité de l'occupation rationnelle du plan d'eau, une répartition des bouées sur deux classes de navires a été adoptée :

- 24 à 40m : 12 bouées ;
- 40 à 60m : 2 bouées.

Cercles d'évitage et risques nautiques

En règle générale, les mouillages sont disposés suivant une grille permettant d'empêcher les bateaux adjacents d'entrer en contact les uns avec les autres, en définissant un espacement optimal. La conception optimale d'une telle grille repose sur l'idée que les navires ont tendance à s'aligner sur le vent, les houles et les courants, et qu'ils tourneront autour de leur point d'ancrage de manière similaire, de sorte que les cercles d'évitage peuvent se chevaucher ce qui permet de resserrer les espaces entre les ancrages. Dans la pratique, les bateaux réagissent différemment aux effets aérodynamiques et hydrodynamiques. Par exemple, les voiliers ont tendance à être plus sensibles aux courants et aux vagues parce qu'ils sont dotés d'appendices sous-marins plus grands, tandis que les yachts à moteur sont plus sensibles au vent en raison de leurs cabines plus grandes, de leurs ponts etc… Par conséquent, de ce point de vue, **il est préférable de regrouper des navires de tailles similaires, de sorte que l'on puisse s'attendre à un comportement similaire.**

La sécurité d'un plan d'eau est un argument primordial vis-à-vis des acteurs de la plaisance et des capitaines de navires en particulier. Il est donc nécessaire de sécuriser le plan d'eau au regard d'une part, de la densité de bateaux présents en simultané et d'autre part de la diversité des usages sur l'eau.

Le dimensionnement du projet a donc pris en compte des cercles d'évitages d'un diamètre égal à 3 fois la longueur des navires à accueillir. De cette façon, les risques de collision par masquage visuel, navigation anarchique, cercles d'évitage engagés ou co-activités (annexes, toys) sont considérablement réduits. De plus, de cette manière l'absence de chevauchement en cas de réactions disparates de navires aux caractéristiques nautiques divergentes, ou de manœuvres en faisant tête sur la bouée est garantie.

Les cercles d'évitage pris en compte en fonction de la taille des navires à accueillir sont les suivants :

- Navire de 24 à 40 m : cercle d'évitage de 120m ;
- Navire de 40 à 60 m : cercle d'évitage de 180m.

Conditions météo-océanographiques prises en compte pour le dimensionnement du projet

Le Tableau 1 ci-dessous résume les conditions environnementales de dimensionnement des systèmes d'amarrage au vu des conditions météo-océanographiques des sites étudiés.

Tableau 1 : Conditions environnementales de dimensionnement prises pour l'étude

PARAMÈTRE	VALEUR
Vitesse de vent (moyennée sur 10min à une altitude de 10m)	13.0 m/s (soit 25 nœuds, Beaufort 6) 17.0 m/s (soit 33 nœuds, Beaufort 7)
Vitesse de courant de surface	0.5 m/s
Hauteur de houle H_{m0}	Sant'Amanza : 1.0 m
Période de houle T_p	Sant'Amanza : 8 s
Niveau d'eau	+0.16mCM (niveau bas) +1.49mCM (niveau haut)
Profondeur	Selon positionnement des bouées, maximum 30m

1.2.3 Plan de mouillage

Lors de la conception du projet et de la définition du plan de mouillage, les points d'implantation des ancrages ont été choisis en prenant en compte les critères suivants :

- les fonds marins, et la biodiversité en présence (l'évitement de l'herbier de Posidonies représentant un enjeu majeur du projet) ;
- les conditions physiques, et notamment la bathymétrie, le type de substrat et les conditions océanographiques ;
- les contraintes techniques (tirant d'eau des navires, cercles d'évitages…) ;
- l'attractivité vis-à-vis des plaisanciers, à partir notamment de la fréquentation du site, la proximité de la côte et l'éloignement des limites de l'arrêté préfectoral pour éviter un effet report… ;
- l'insertion paysagère.

L'objectif était donc bien de trouver la meilleure solution possible au regard de l'ensemble de ces enjeux et contraintes.

Critères de classes de navires et de profondeur

Comme vu précédemment, les bouées prévues sont regroupées pour cibler 2 classes de navires : 24 à 40 m et 40 à 60 m.

Par ailleurs, la profondeur doit être adaptée au tirant d'eau des navires :

- les navires de 24 à 40 m doivent être accueillis par des fonds de plus de 7 m ;
- les navires de 40 à 60 m doivent être accueillis par des fonds de plus de 8 m.

Le plan de mouillage a donc été établi en tenant compte des besoins de profondeur minimale exposés ci-dessus, et sur la base des cartes AIS de fréquentation. L'analyse de ces cartes fait ressortir les conclusions suivantes pour le Golfe de Sant'Amanza :

- deux zones de mouillage bien distinctes sont observées : au droit de la plage de Balistra et le long de la côte entre Capu Biancu et Sant'Amanza ;
- les navires de 20 à 40 mètres sont observés au droit de la plage Balistra, à une profondeur de 10 à 15 mètres ;
- les navires de 40 à 60 mètres sont observés sur les deux zones, à une profondeur de 10 à 20 mètres.

Les organisations présentées permettent une bonne compatibilité avec les activités existantes (densité d'occupation du plan d'eau optimisée) et un fonctionnement sécurisé (chaque yacht bénéficiera d'une zone de confort dont le diamètre sera égal ou supérieur à 2,5-3 fois sa longueur). De plus, du fait de la taille des diamètres des cercles d'évitage, l'impact sur l'herbier des posidonies est réduit.

Fonds marins et biocénoses

Différents scénarios de plan de mouillage ont ainsi été étudiés, avec pour **stratégie de rechercher en priorité les zones de sables, afin d'éviter toute implantation dans l'herbier de Posidonie et la matte-morte**.

Les points d'ancrage potentiels ont été déterminés sur la base des éléments disponibles : carte des biocénoses pour identifier les poches de sables et les herbiers, relevés de fréquentation pour déterminer l'attractivité des zones, cartes SHOM pour la bathymétrie, étude paysagère…

Ainsi, plusieurs points ont été abandonnés lors de la définition du plan de mouillage, étant positionnés à trop faible distance des herbiers de posidonie et/ou de la matte morte.

Paysage

L'insertion paysagère du projet a également été prise en compte, sur la base du diagnostic paysager mené par le bureau Erba Barona Paysage.

Les enjeux identifiés dans le diagnostic ont été intégrés lors de la conception du plan de mouillage et le projet présente ainsi une cohérence paysagère avec le regroupement des mouillages et des navires en deux poches relativement denses, conformément aux prescriptions de l'étude.

À noter que le mouillage forain est interdit dans le périmètre de la ZMEL, limitant ainsi le nombre de bateaux devant la plage.

Étude des points d'ancrages (études géotechniques)

Des investigations géotechniques ont été menées sur une vingtaine de points d'ancrages estimés comme les plus attractifs au regard des critères précédents.

Les investigations ont montré que les fonds marins au droit de la zone d'étude sont essentiellement couverts par des sédiments meubles et des herbiers de Posidonie, avec une part importante de matte morte.

Cette étude visait à déterminer l'emplacement optimal des points d'ancrages, en particulier au regard du substrat et des biocénoses. Ces investigations ont permis de vérifier le substrat au droit de chaque point (sable, roche…) et son épaisseur, la distance à l'herbier et/ou à la matte morte et la bathymétrie.

Le plan de mouillage a été défini sur la base des résultats de cette étude ainsi que d'une étude complémentaire ayant permis de définir 3 nouveaux points d'implantation :

- **les points localisés dans l'herbier ou la matte morte ont été abandonnés**, y compris les zones de fines couches de sables sous lesquelles de la matte morte a été identifiée,
- le positionnement des points situés dans des zones de sable a été optimisé et les points décalés et repositionnés afin **d'assurer un éloignement aussi important que possible de l'herbier et de la matte morte.**

Le projet concerne ainsi 14 bouées réparties comme suit sur les 2 ZMEL :

- ZMEL 1 :
  - 6 bouées pour les navires de 24 à 40 m
  - 1 bouée pour les navires de 40 à 60 m
- ZMEL 2 :
  - 6 bouées pour les navires de 24 à 40 m
  - 1 bouée pour les navires de 40 à 60 m

La surface totale des zones de mouillages est d'environ 60 ha (chaque ZMEL faisant 30 ha). La surface du projet, initialement de 42,4 ha, a été augmentée suite au retour du Comité Consultatif de la RNBB du 16/04/2021 (augmentation d'un tiers vers le large pour une plus grande protection des herbiers).

Les coordonnées des ZMEL sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 2 : Coordonnées des ZMEL (système géodésique WGS84)

ZMEL	NUMÉRO	X	Y
ZMEL 1	1	9°13,88725′E	41°26,24419′N
	2	9°13,51868′E	41°26,20355′N
	3	9°13,47367′E	41°26,23568′N
	4	9°13,47110′E	41°26,36760′N
	5	9°13,60769′E	41°26,53565′N
	6	9°13,85160′E	41°26,56351′N
ZMEL 2	1	9°13,93223′E	41°26,01503′N
	2	9°14,04185′E	41°25,62648′N
	3	9°13,75415′E	41°25,59129′N
	4	9°13,60152′E	41°25,97950′N

Les caractéristiques des points d'ancrages retenus dans le projet initial (coordonnées, classe de navire associée, bathymétrie, type et épaisseur de substrat) e**t l'arrêté inter-préfectoral n°2A-2021-05-31-00001** sont récapitulées dans le Tableau 3 ci-dessous.

À noter que dans un esprit de simplification, le présent projet de renouvellement propose une nouvelle numérotation des bouées, de 1 à 14. L'ancienne numérotation et la nouvelle sont rappelées dans le tableau.

Tableau 3 : Caractéristiques des points d'ancrage retenus dans le projet initial et l'AP n°2A-2021-05-31-00001

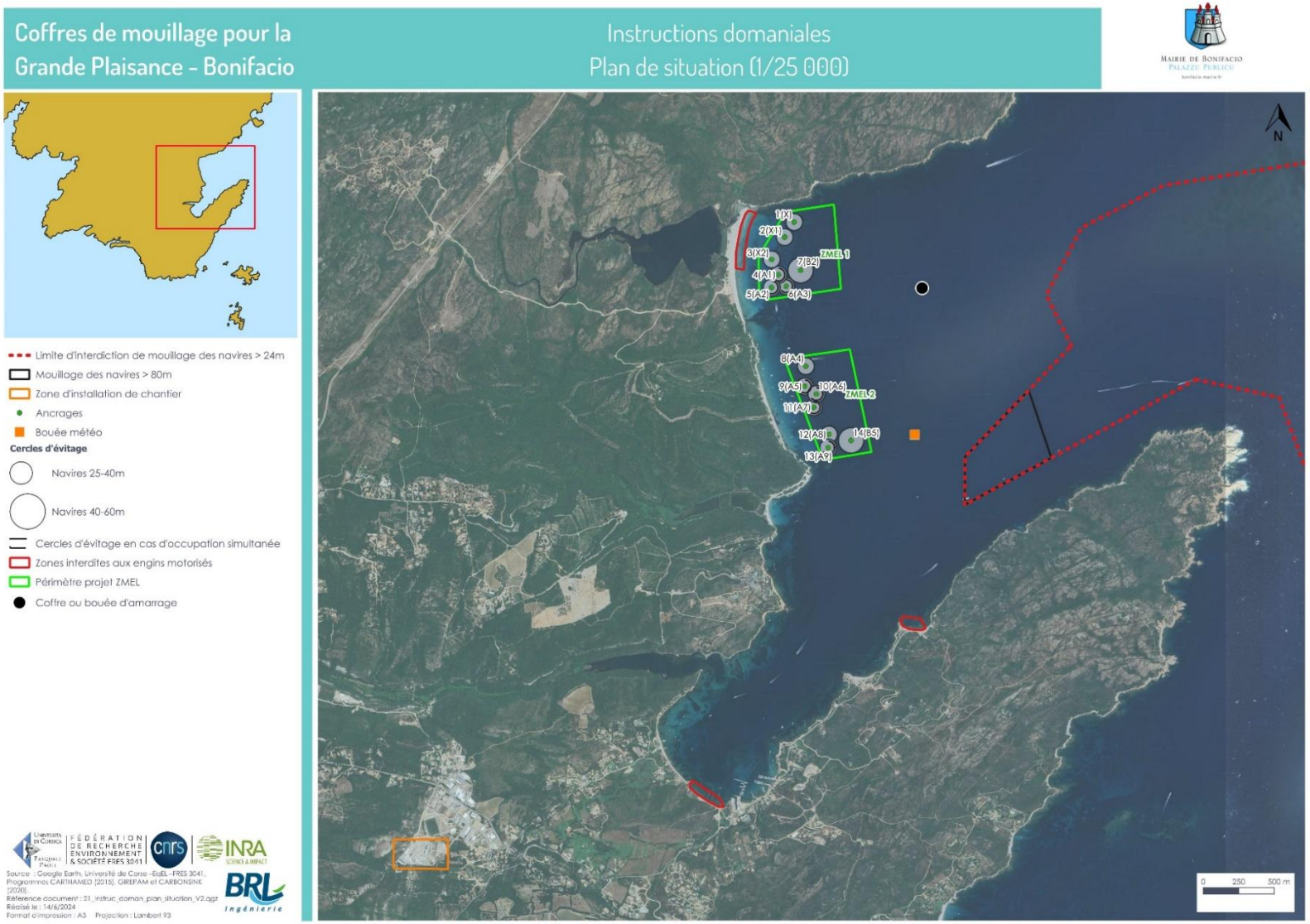
N° ANCRAGE		COORDONNÉES (WGS84)		TYPE DE SUBSTRAT	ÉPAISSEUR DE SUBSTRAT	BATHYMÉTRIE
AOT INITIALE	AOT RENOUVELMT	X	Y			
X	1	9° 13.65105'E	41° 26.49717'N	Sable fin	>4m >4m	8m
X1	2	9° 13.60267'E	41° 26.44017'N	Sable fin	>4m >4m	7,2m
X2	3	9° 13.53717'E	41° 26.35567'N	Sable fin	>4m >4m	7,8m
A1	4	9° 13.57111'E	41° 26.29789'N	Sable et feuilles mortes de posidonie	> 4 m > 4 m	9.9 m
A2	5	9° 13.53693'E	41° 26.24954'N	Sable et feuilles mortes de posidonie	> 4 m > 4 m	8.4 m
A3	6	9° 13.61051'E	41° 26.25452'N	Sable et débris de feuilles mortes de posidonie	3.8 m 4 m	10.2 m
A4	8	9° 13.71002'E	41° 25.95133'N	Sable	1.4 m 2.1 m	8,5 m
A5	9	9° 13.70459'E	41° 25.87477'N	Sable	1.6 m 2.4 m	8 m
A6	11	9° 13.76299'E	41° 25.84592'N	Sable	1.8 m 3.4 m	9.3 m
A7	10	9° 13.74986'E	41° 25.79559'N	Sable	2 m 2.5 m	9 m
A8	12	9° 13.82683'E	41° 25.69300'N	Sable très épais	> 4 m	10.5 m

N° ANCRAGE		COORDONNÉES (WGS84)		TYPE DE SUBSTRAT	ÉPAISSEUR DE SUBSTRAT	BATHYMÉTRIE
AOT INITIALE	AOT RENOUVELMT	X	Y			
				type arène granitique altérée	> 4 m	
A9	13	9° 13.82259'E	41° 25.64262'N	Sable fin hauteur 0.40 m puis gravier	0.6 m 0.4 m	9.5 m
B2	7	9° 13.68322'E	41° 26.31484'N	Sable très fin	3.2 m 3.2 m	12 m
B5	14	9° 13.93858'E	41° 25.67000'N	Sable grossier et galets	0.15 m 1.4 m	12.3 m

Les coordonnées de la bouée météorologique telles que prévues dans le projet initial sont les suivantes : X : 9° 14.26025'E, Y : 41° 25.69256'N.

*Le plan de mouillage tel que défini dans le **projet initial** est présenté sur la carte suivante.*

Carte 1 : Plan de mouillage prévu dans le **projet initial**



Plan de récolement

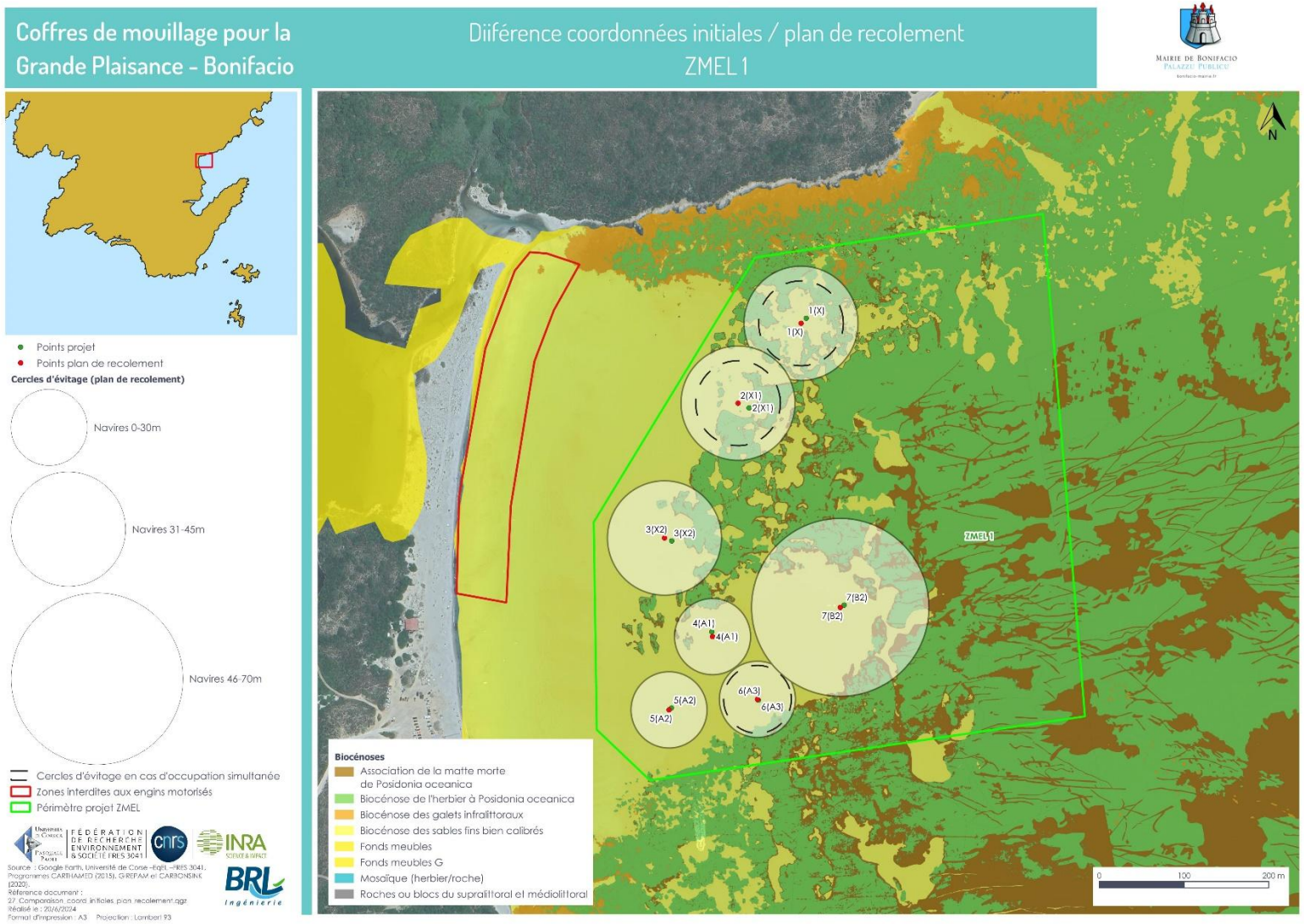
Suite à la mise en place des lests, un plan de récolement a été réalisé par l'entreprise Natali en janvier 2022 (Cf. Annexe 12). **Les coordonnées relevées montrent un décalage de certaines bouées par rapport à l'implantation prévue initialemen**t et présentée ci-avant. Les lests restent toutefois bien implantés au sein de zones sableuses.

Tableau 4 : Coordonnées des lests issues du plan de récolement

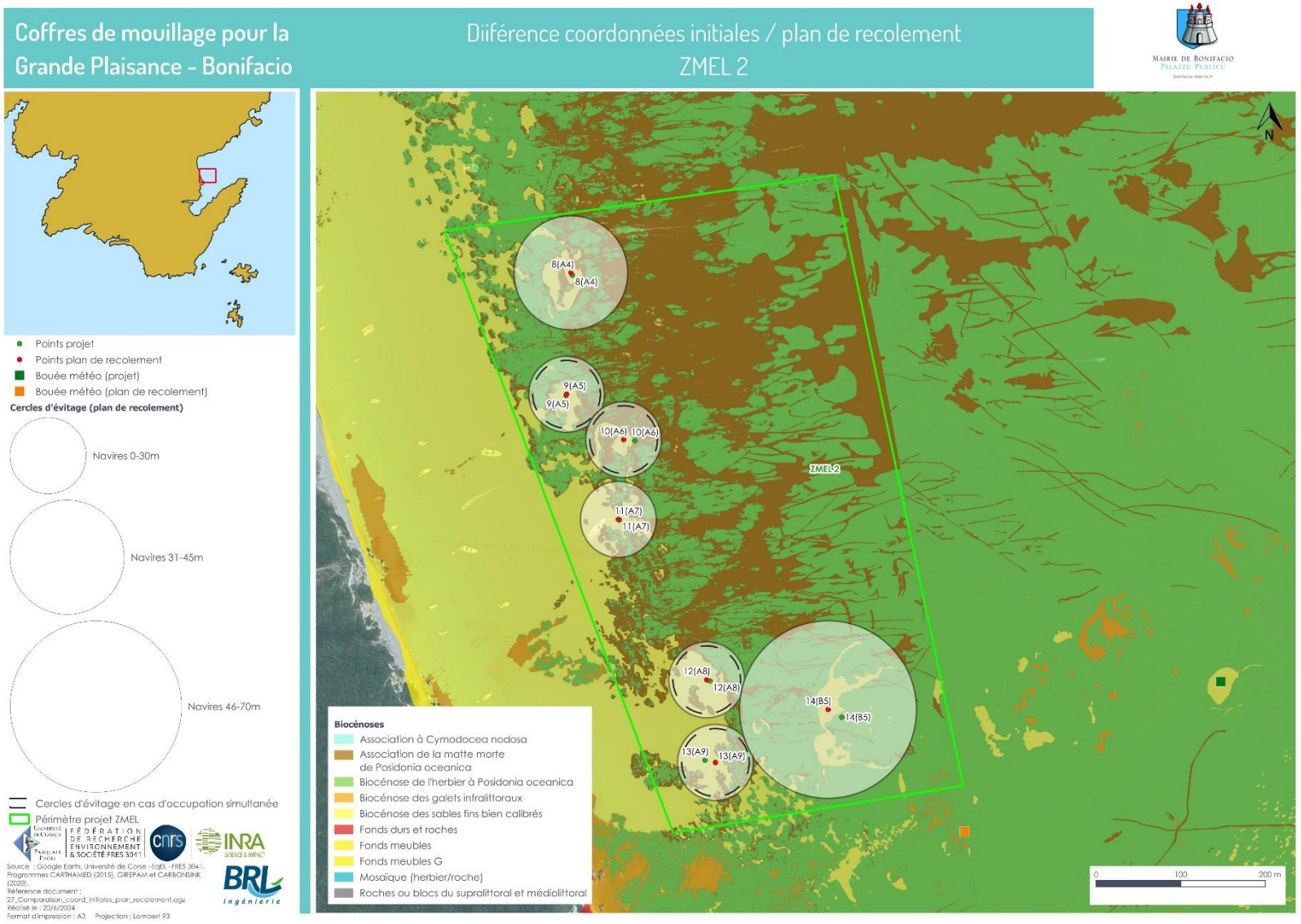
ZMEL	NUMÉROTATION		COORDONNÉES LESTS PLAN DE RÉCOLEMENT (WGS84)	
	AOT INITIALE	AOT RENOUVLT	LONG.	LAT.
ZMEL 1	X	1	9°13,64670′	41°26,49391′
	X1	2	9°13,59333′	41°26,44316′
	X2	3	9°13,53104′	41°26,35749′
	A1	4	9°13,57176′	41°26,29485′
	A2	5	9°13,53491′	41°26,24830′
	A3	6	9°13,60977′	41°26,25499′
	B2	7	9°13,67995′	41°26,31341′
ZMEL 2	A4	8	9°13,70873′	41°25,95284′
	A5	9	9°13,70507′	41°25,87551′
	A6	11	9°13,75348′	41°25,84666′
	A7	10	9°13,74902′	41°25,79587′
	A8	12	9°13,82403′	41°25,69378′
	A9	13	9°13,83140′	41°25,64114′
	B5	14	9°13,92700′	41°25,67484′
Station météorologique			9°14,04295′	41°25,59713′

Les cartes ci-après présentent la **position réelle des bouées** : l'implantation des bouées telle que prévue dans le plan de mouillage est indiquée en vert, la localisation des bouées issue du plan de récolement apparait en rouge.

Carte 2 : Implantation des lests (plan de mouillage initial - en vert ; plan de récolement - en rouge) – ZMEL 1



Carte 3 : Implantation des lests (plan de mouillage initial - en vert ; plan de récolement - en rouge) – ZMEL 2



1.2.4 Caractéristiques des dispositifs mis en place

1.2.4.1 Ancrages

Le principe de l'amarrage correspond à un bateau qui s'attache à **un coffre relié à un ouvrage lesté écoconçu par une ligne de mouillage munie de flotteurs de subsurface** pour éviter le ragage sur les fonds.

Description technique des lignes de mouillages

Les lignes de mouillage des coffres d'amarrage sont constituées de (du coffre d'amarrage à l'ouvrage lesté) :

- **un coffre d'amarrage (AMR)** adapté à la classe de navires. La charge maximale utile (CMU) des coffres et leur volume sont adaptés aux efforts calculés et aux dimensions des navires ;
- **une chaîne pendeur** de diamètre adapté à la classe de navires : cette chaîne est dimensionnée en prenant en compte une réserve d'usure (environ 10 mm). De par son poids, elle permet d'amortir les charges lors de l'amarrage des navires sur le coffre. Elle permet également de sécuriser le cordage et le préserver des hélices et quilles des navires en le maintenant immergé. Sa longueur est ajustée en fonction des tirants d'eau maximum des navires à l'amarrage sur le coffre concerné ;
- **un flotteur subsurface (FSS)** : le flotteur subsurface permet d'éviter le ragage sur le fond marin. Il est dimensionné en fonction des éléments qu'il doit supporter (Chaîne et accessoires). Les flotteurs sont moussés pour résister à une immersion prolongée. Le haut de la bouée est positionné à environ 1 m sous le tirant d'eau maximal des navires pour éviter tout contact possible avec les navires ;
- **Une chaine tendue** située entre le système d'ancrage (lest eco-conçu) et le flotteur subsurface. Pour une homogénéité de la ligne de mouillage, la chaine tendue possède les mêmes caractéristiques que la « chaine pendeur » c'est-à-dire même diamètre et même qualité de finition.
  - Pour les bouées de 1 à 6 et de 8 à 13 : Chaine DN25 (5D) et Q SL3 ;
  - Pour les bouées 7 et 14 : Chaine DN30 (5D) et Q SL3.

Description technique des lests éco-conçus

Principes retenus pour le génie civil

Les caractéristiques des lests éco-conçus sont les suivantes :

- poids : **26 à 46 tonnes**,
- volume :
  - 10,5 ou 18,7 m^3 de béton,
  - **4,20 m x 4,20 m en plan,**
  - **0,85 m à 1,25 m de haut**.

Les ouvrages comportent environ 25 à 30 % de « vides » entre leur enveloppe et la partie massive. Ces vides correspondent à des espaces aménagés pour la biodiversité ou à des formes choisies pour leur esthétique et pour l'intégration de l'ouvrage aux conditions environnementales et hydrodynamiques.

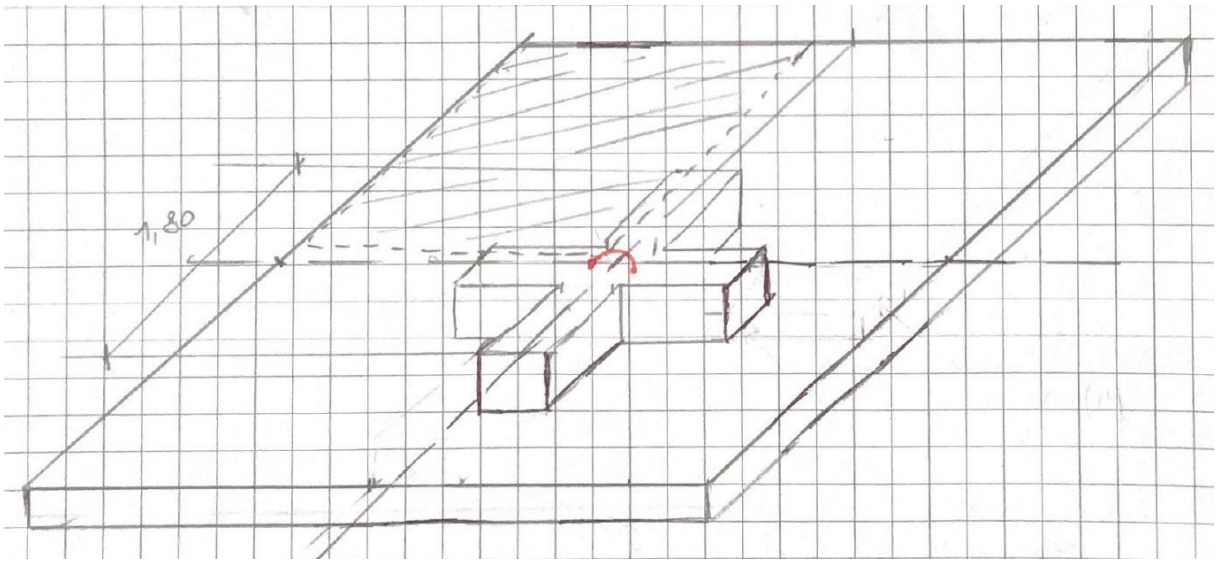
L'ouvrage lesté est fabriqué en plusieurs éléments unitaires qui sont soit destinés à la reprise des efforts (ils sont en béton armé et intègrent l'organeau d'amarrage), soit destinés à la création des formes recherchées (éco conception). Ils ont un rôle fondrier et sont généralement en béton non armé.

Éléments de reprise des efforts et de transmission au sol de fondation :

L'élément central de reprise des efforts et de transmission de ceux-ci aux sols de fondation est identique pour tous les modèles de lests éco-conçus. C'est un **radier de 4,20 m x 4,20 m x 0,25 m** surmonté d'une croix de 0,60m x 0,60 m de section et de 1,80 m de longueur.

La forme de croix (plutôt que « pied de parasol ») permet de rigidifier la dalle inférieure, et donc d'en limiter l'épaisseur et de ménager un espace suffisant pour disposer les organeaux, leurs ancrages et les aciers de béton armé à disposer dans le béton. La croix permet aussi de guider les éléments d'angle écoconçus à disposer sur le radier.

Figure 1 : Croquis de principe du socle structurel des lests écoconçus



Source : Rapport d'AVP, Groupement Entreprise NATALI, Sofid, MOBILIS - 2021

Les calculs mettent en évidence que les éléments surbaissés sont peu impactés par le moment de renversement et répartissent uniformément les contraintes au sol.

Ce double avantage favorise une très grande tenue dans le temps en particulier via à vis des effets cycliques et alternatifs des efforts exercés. La variation de contraintes est de quelques kiloPascal, soit l'effet massique d'une vague de l'ordre du mètre d'eau, ce qui signifie que les lests tels qu'ils sont proposés ne solliciteront mécaniquement que très peu les fonds marins.

La seule vérification de stabilités externes qui compte est donc la vérification au glissement pour laquelle le coefficient de frottement semelle / sol est l'élément central. Il dépend de la nature du sol, paramètre extérieur sur lequel le concepteur n'a pas de prise mais il dépend aussi de la forme de la semelle pour favoriser un frottement maximum et pourquoi pas un effet succion toujours difficilement quantifiable (donc non pris en compte dans nos calculs) mais dont on sait qu'il peut quasiment compenser la composante verticale de soulèvement et donc amener une sécurité réelle très importante aux ouvrages.

Le dimensionnement ne nécessite pas d'ajouter des éléments particuliers car tout l'effort horizontal est repris, avec la sécurité adaptée, par le poids du lest écoconçu, alors que celui-ci reste parfaitement immobile.

Éléments fondriers éco-conçus :

Ces éléments comprennent pour chaque lest :

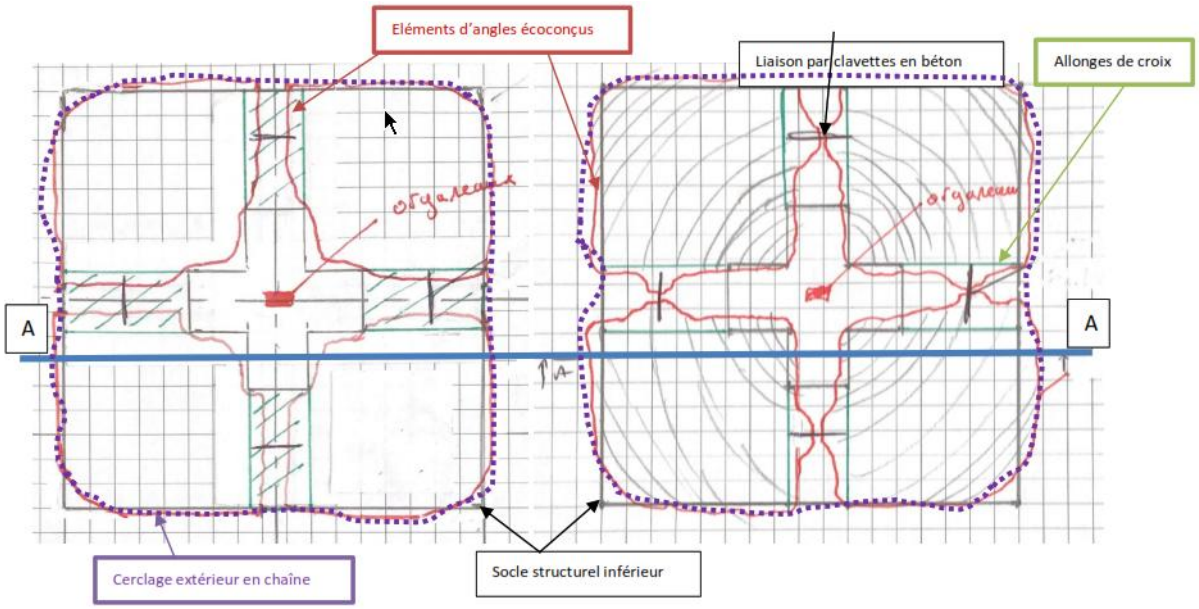
- quatre prolongations de la croix, de 1,20 m chacune, et disposant de perméabilités hydrauliques,
- et 4 éléments d'angles écoconçus proposant des habitats diversifiés aux espèces cibles. Chaque élément d'angle est rendu monolithique à l'aide de pieds et de liaisons en tiges filetées ou aciers HA scellés dans les pièces en béton.

Le monolithisme global des éléments assemblés est assuré par l'emploi de clavettes en béton (procédé sous brevet LIB) et doublé d'une ceinture du lest en chaînes en acier NON galvanisé.

Figure 2 : Exemple de clavette en béton – liaison entre éléments écoconçus (photo LIB Industries)

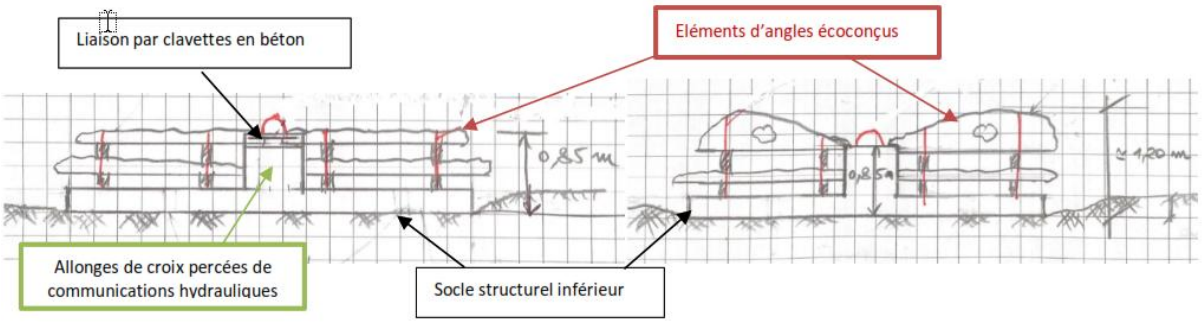
Source : Rapport d'AVP, Groupement Entreprise NATALI, Sofid, MOBILIS - 2021

Figure 3 : Vue en plan des lests écoconçus de 26 t (à gauche) et 46 t (à droite)



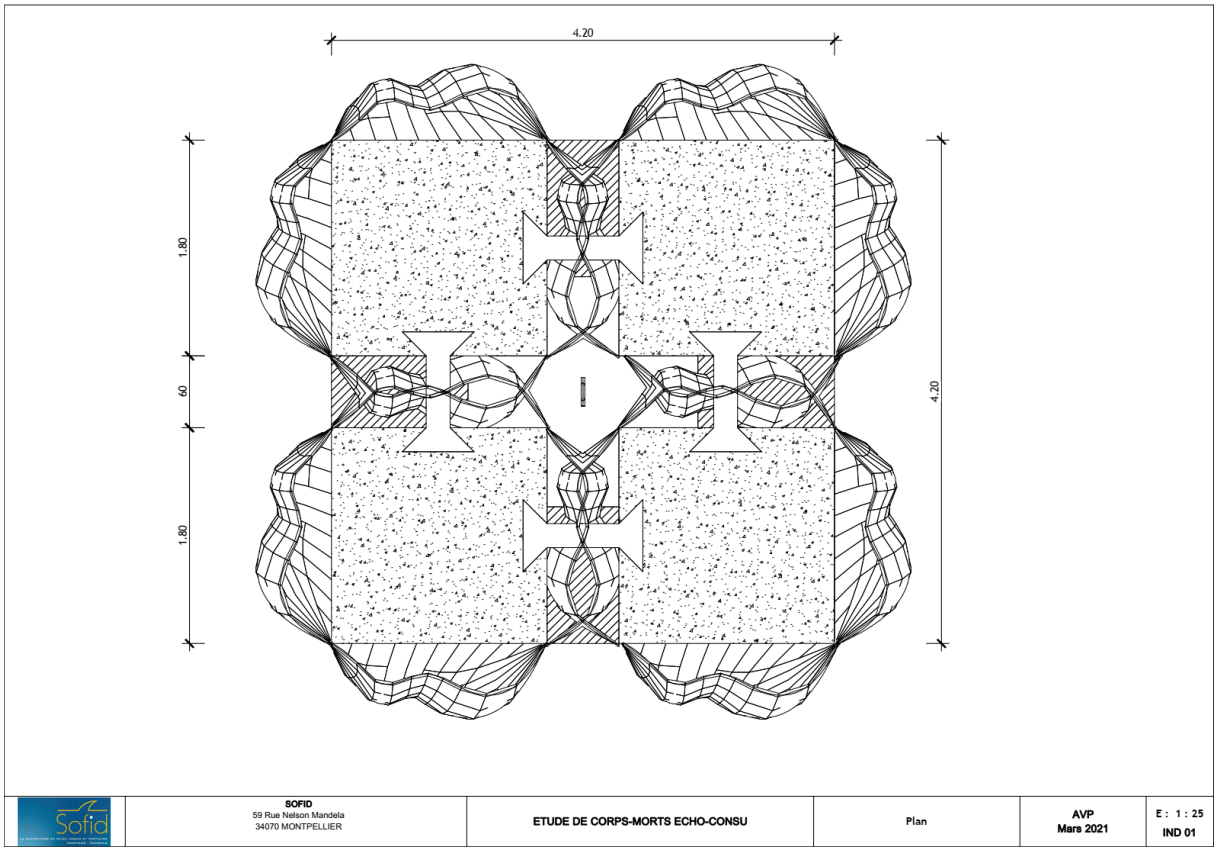
*Source : Rapport d'AVP, Groupement Entreprise NATALI, Sofid, MOBILIS – 2021**

Figure 4 : Coupe transversale (AA) des lests écoconçus de 26 t (à gauche) et 46 t (à droite)



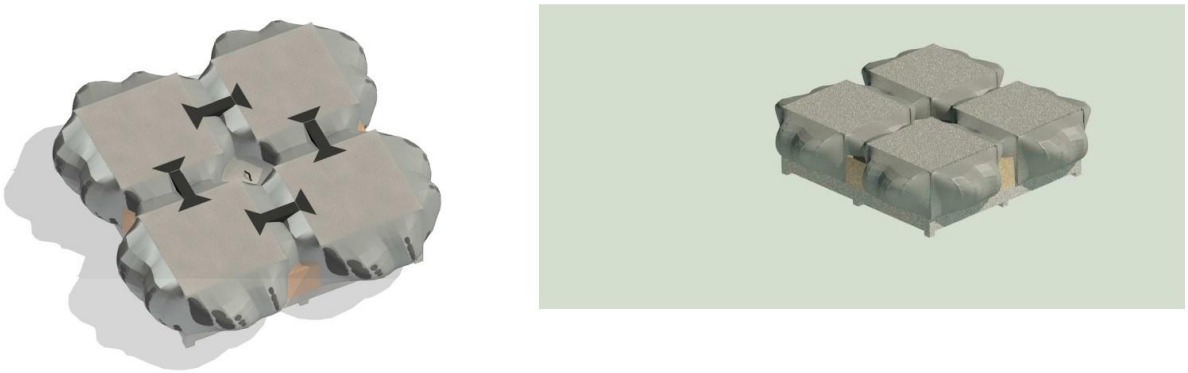
Source : Rapport d'AVP, Groupement Entreprise NATALI, Sofid, MOBILIS - 2021

Figure 5 : Plan masse du lest éco-conçu (modèle 3D REVIT)



Source : Rapport d'AVP, Groupement Entreprise NATALI, Sofid, MOBILIS – 2021

Figure 6 : Plan 3D du lest éco-conçu (modèle 3D REVIT)



Source : Rapport d'AVP, Groupement Entreprise NATALI, Sofid, MOBILIS – 2021

Éco-conception des ouvrages

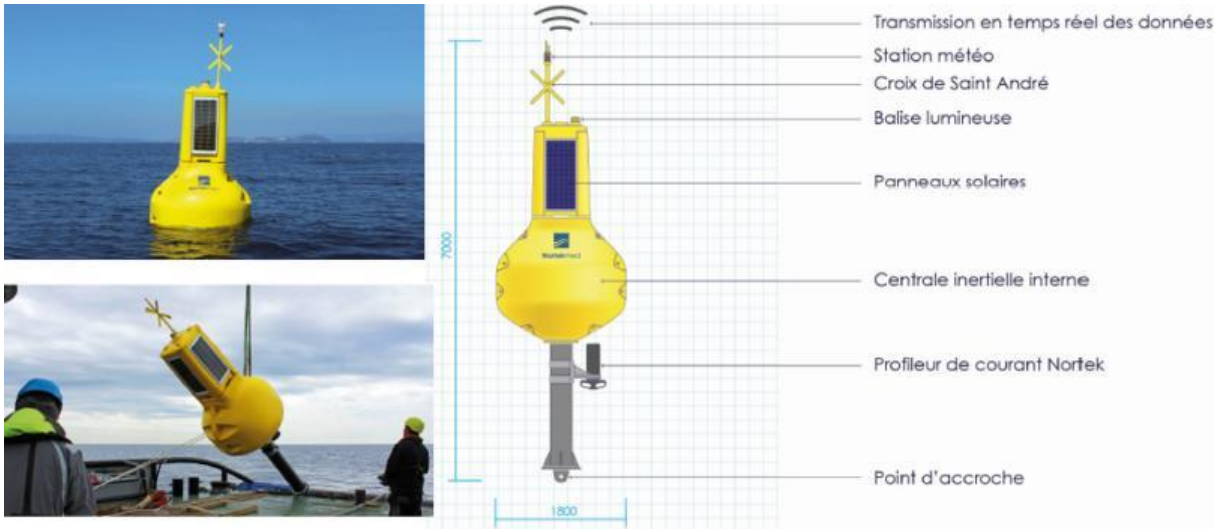
La conception des ouvrages a été réalisée de telle sorte à **minimiser les risques de glissement de la structure sur les fonds et d'impact sur les courants et les herbiers** localisés à proximité. Le design des ouvrages lestés a également été étudié dans une **approche bio-mimétique**, c'est-à-dire pour reproduire des habitats adaptés aux espèces-cibles des herbiers de Posidonies du golfe de Sant'Amanza et recréer de la biodiversité à ce niveau.

1.2.4.2 Bouée météorologique associée

Une bouée météorologique associée à la zone de mouillage a été mise en place. Cette bouée, qui reste en place toute l'année, a pour rôle de vérifier les conditions de mouillage des navires, en mesurant en temps réel les paramètres de vent, de houle et de courant. Elle fournit une liaison de ces paramètres en temps réel 24/7 via GPRS et AIS.

La position de la bouée météorologique est figurée sur la Carte 5.

Figure 7 : Bouée météorologique Alizé (NortekMed)



1.2.5 Zone de stockage des dispositifs d'amarrage hors saison d'exploitation

Figure 8 : Localisation de la zone de stockage

La zone de stockage des dispositifs d'amarrage hors saison est localisée sur un terrain communal localisé au sud-ouest du golfe de Sant'Amanza.

1.2.6 Entretien et maintenance

Les opérations d'entretien et maintenance sont précisées ci-après.

On note par ailleurs que le petit port au fond du golfe de Sant'Amanza est utilisé pour les navires de servitude (lamanage).

Dispositifs d'ancrage/amarrage

L'usure et les dommages subis par les systèmes d'amarrages ne peuvent être détectés que si le système est retiré ou inspecté in situ par un plongeur. Aussi, ces dispositifs doivent être inspectés régulièrement.

L'entretien comprend une inspection du système d'ancrage, des bouées, des manilles sur des périodes variant entre 1 et 3 ans. La fréquence des inspections dépend des conditions locales telles que l'exposition aux courants et aux vagues, le biofouling, les environnements hautement corrosifs, l'électrolyse et la fréquence ou l'intensité élevée des tempêtes.

Si une amarre est exposée à des conditions difficiles, elle s'usera naturellement plus rapidement. L'usure normale n'est cependant pas la seule cause de dommages aux composants des amarres. La corrosion peut également être responsable de la perte de métal et le biofouling peut avoir des effets néfastes. Par conséquent, **les amarrages seront surveillés très fréquemment jusqu'à ce qu'un modèle d'usure ou de dégradation puisse être établi et une fréquence de surveillance définie pour la zone.** En plus des inspections régulières, il est recommandé de procéder à des inspections après une tempête.

Un amarrage de type élastique peut durer entre 7 et 10 ans selon les fabricants. Toutefois, la durabilité peut varier en fonction des conditions environnementales et des propriétés du matériau. Dans certains environnements agressifs, le biofouling peut avoir un effet négatif sur les éléments élastiques. La chaîne peut devoir être remplacées à une fréquence qui dépend de l'utilisation et des conditions environnementales mais qui reste de l'ordre de 3 à 5 ans.

Les mesures visant à prolonger la durée de vie de l'amarre comprennent le retrait de l'amarre et de la bouée, lorsque l'amarre n'est pas utilisée (en hiver).

Les mesures visant à économiser le temps de maintenance comprennent le remplacement d'un amarrage entier par un nouvel amarrage ou un amarrage récemment remis à neuf, tandis que l'ancien amarrage peut ensuite être ramené à terre pour être inspecté, nettoyé et réparé en profondeur.

Les opérations de maintenance sont les suivantes :

- démontage annuel après la saison estivale pour réparation, remisage et nettoyage ;
- remise en place annuelle avant la saison estivale ;
- **changement des organeaux et des chaînes tous les 3 ans environ** (suivant le degré d'usure). Les maillons de chaîne, manilles et pivots usés à 20% de leur dimension d'origine, ou déformés, sont remplacés ;
- **changement des bouées de subsurface et de surface tous les 10 ans environ** (suivant le degré d'usure). Les bouées sont nettoyées de toute excroissance marine, car celle-ci pourrait être coupante ou abrasive et entraîner des dommages ;
- si la perte de métal dépasse 20 % de la taille d'origine, les ancrages sont remplacés ou réparés.

Bouée météorologique associée

Une maintenance préventive est effectuée tous les ans, avec possibilité d'assistance technique de la société ayant fourni la bouée.

La bouée météorologique est laissée en place toute l'année de manière à fournir un outil statistique permanent.

1.2.7 Conditions d'exploitation de la première phase (2021-2023)

L'exploitation des ZMEL s'est assortie d'une interdiction de mouillage forain dans le périmètre du projet (soit environ 60 ha). L'ensemble de la zone est soumis à un règlement de police qui organise et règlemente les usages.

La mise en exploitation des ZMEL a démarré partiellement pour la saison 2021 (une seule ZMEL en exploitation, entre le 20 août et le 25 septembre). À partir de 2022, les ZMEL ont été exploitées du 1er juin au 30 septembre.

Les installations mobiles (amarres et bouées) ont été démontées en dehors de la période d'exploitation, remisées et entretenues par l'entreprise titulaire du marché d'entretien des dispositifs. Seuls les ancrages ont été maintenus. Ces équipements ont été stockés sur le terrain communal identifié.

1.3 Bilan des suivis menés pendant la première phase d'exploitation des ZMEL

1.3.1 Bilan du suivi d'exploitation

La gestion des ZMELs est assurée par la direction du Port qui encadre l'ensemble des services d'exploitation et de maintenance.

À ce jour, la ZMEL a été exploitée :

- du 20 août 2021 au 30 sept 2021 ;
- du 1er juin 2022 au 30 sept 2022 ;
- du 1er juin 2023 au 30 sept 2023 ;

La procédure de gestion pendant la période d'exploitation du 1er juin au 30 septembre est la suivante :

- présence permanente de l'équipe portuaire sur la zone de **11h à 18h** ;
- amarrage des navires conformément au **planning des réservations** ;
- **sensibilisation** auprès de chaque client sur les conditions d'amarrage sur la zone. Ce point inclut un rappel du règlement de la zone et une sensibilisation sur le respect de la réserve des Bouches de Bonifacio. Les consignes transmises concernent en particulier l'ensemble des dispositions qu'il convient d'adopter pour garantir l'absence d'impact sur l'environnement direct : les rejets sont à ce titre contrôlés et sanctionnables.
- **surveillance** des navires ancrés dans les ZMELs ;
- relai avec les services de police de l'environnement si besoin (contrôle de la RNBB) ;
- réalisation d'un **contrôle visuel** systématiquement à l'arrivée et en sortie des navires.

À noter que le retour d'expérience de ces 3 périodes d'exploitations montre qu'aucun déversement, que ce soit aux titres des eaux grises ou noires, n'a jamais été constaté.

Bilan d'exploitation 2021/2022

Un premier bilan de l'exploitation des ZMEL a été réalisé sur les deux premières années, 2021 et 2022 (Cf. Annexe 3 et Annexe 4). Seule l'année 2022 correspond à une pleine année d'exploitation des 14 coffres, du 1er juin au 30 septembre. En 2021, seule la ZMEL 1 a été exploitée (7 coffres), entre le 20 août et le 25 septembre.

De manière générale, le bilan 2022 montre :

- un taux d'occupation des bouées d'environ 21% (7 % en juin, 33% en juillet, 38 % en août et 6 % en septembre).

  Ainsi, la **capacité maximale d'accueil des boulées n'est pas atteinte** ;
- une **attractivité supérieure de la ZMEL Sud**, liée à la localisation de la ZMEL Nord dans une zone plus venteuse ;
- une attractivité également pour les navires de taille **inférieure à 24 m** ;
- un **niveau élevé de satisfaction** des utilisateurs ;
- la nécessité de structurer la stratégie de contrôle entre les différents acteurs (RNBB, Gendarmerie, DMLC, Équipes portuaires…).

Bilan 2023

Le bilan d'exploitation de la saison 2023 est présentée en Annexe 4.

Bilan général

L'année 2023 marque la **deuxième saison d'exploitation complète** des 2 ZMELs du 1er juin au 30 Septembre.

L'analyse de l'occupation des mouillages des ZMELs permet de retenir les éléments suivants :

- Temps d'ouverture des mouillages hors fermeture météo : 122 jours
- Temps d'ouverture des mouillages effectives : 110 jours
- Temps d'ouverture en nuitées : 1 565
- Nombre de bateaux amarrés : 238 navires (de 15 à 70 mètres),
- Nombre de nuitées : 279 nuitées
- Durée moyenne du séjour : 1.17
- Taux d'occupation exprimé sur la période d'exploitation est de 19%, réparties comme suit : 6% en juin, 28% en juillet, 39% en août et 3% en septembre.

Ce bilan confirme :

- la **préférence des plaisanciers pour la ZMEL sud**, avec une moyenne de taux de répartition de 60 % et 40 % pour la zone nord ;
- la **capacité totale d'exploitation non atteinte** en termes de taux d'occupation global (18 % sur la saison). Néanmoins, il a été possible d'accueillir jusqu'à 15 bateaux sur 24h, avec une mise à disposition d'une même bouée pour 2 navires différents le jour et la nuit.
- que les ZMELs répondent à un besoin pour des **navires de taille inférieure à 24 m** (34 nuitées au total sur la saison).

On note qu'en 2023, après un conventionnement avec la préfecture maritime de méditerranée, la bouée dite « marine » a pu être utilisée pour la plaisance. Le port de Bonifacio a ainsi complété son offre en proposant une bouée pour les navires de maximum 75 m. Sur les 4 mois d'exploitation, la marine a utilisé le coffre durant 19 nuitées.

Le bilan 2023 met par ailleurs en évidence des **conditions de vent d'Est exceptionnelles** constituant un **frein à l'exploitation des mouillages**. Ainsi, pendant la saison, la direction a été contrainte de fermer les ZMELs plusieurs jours (4 jours en juillet, 6 jours en août et 2 jours en septembre). D'autre part, malgré une intensité relativement faible, les jours de vent d'Est ont amené les plaisanciers à annuler leur séjour.

À titre d'exemple entre le 1er et le 20 août, période de forte affluence de la grande plaisance sur le littoral, les ZMELs n'ont accueilli aucun bateau les 1er, 2, 4, 5 et 6 août. La mise en parallèle avec les bulletins météos démontre que le vent d'Est à cette période en est la principale explication.

De manière générale, en ce qui concerne la fréquentation par les bateaux de plus de 24 m dans le port de Bonifacio, il est constaté en moyenne en 2023 par rapport à 2022 :

- un recul de 10% du nombre de journées d'escales ;
- un recul d'1% de la longueur moyenne.

Une tendance générale à la baisse est ainsi constatée entre ces 2 saisons.

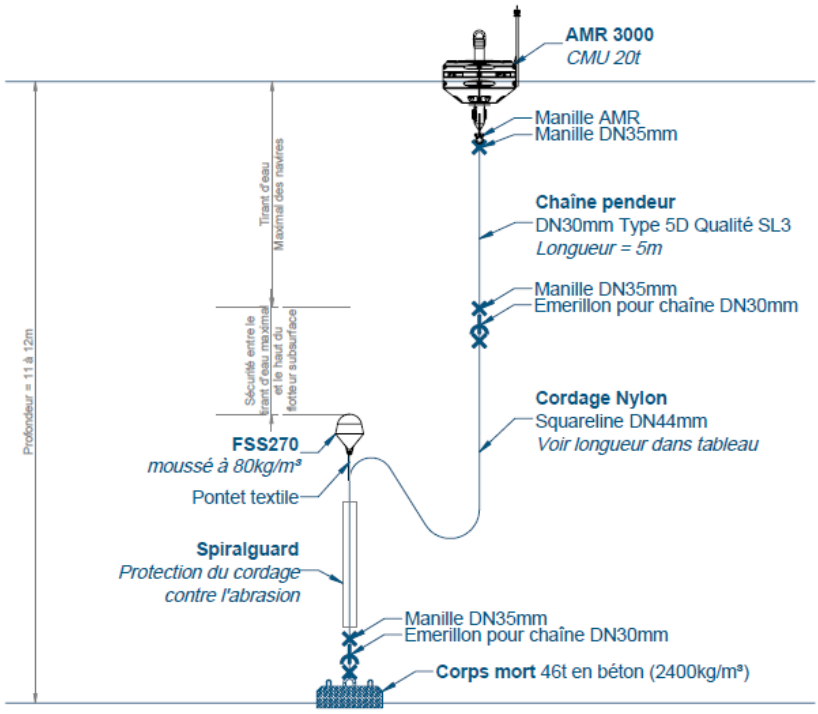
Bilan technique

En ce qui concerne le bilan technique, pour la première fois depuis l'exploitation des ZMELs un problème technique majeur a été rencontré, avec l'occurrence de 2 ruptures de mouillage. Ces ruptures ont eu lieu respectivement le 1er juillet et le 13 juillet, sur les bouées 14 et 6, dédiées aux bateaux de 60 m et 40 m.

Après échange entre l'équipe portuaire, l'AMO et les équipes techniques ayant travaillé sur ces ouvrages, le constat suivant a été établi :

- les 2 problèmes techniques se sont produits au même endroit de la squareline sur la position de fixation de la bouée de subsurface (partie textile du mouillage, Cf. Figure 9) ;
- les 2 problèmes techniques se sont produits en deçà des capacités de résistances théoriques des ouvrages ;
- le premier cas semble correspondre à une usure non identifiée ou prématurée du matériel (monté en 2021, utilisé en 2022 et expertisé pendant l'hiver 2022) ;
- le deuxième cas impose le constat de la présence d'un point de fragilité sur le mouillage : rupture au même endroit (matériel neuf, renouvelé en 2023 après expertise).

Figure 9 : Schéma de principe du mouillage (mouillages navires de 40 à 60 m)



Point	Bathymétrie (m)	Tirant d'eau max navires (m)	Longueur cordage (m)
B5	11.0m	5m	11m
B2	12.0m	6m	12m

ACTIONS MISE EN PLACE

Suite à ces incidents de rupture de ligne d'amarrage pendant l'été 2023, une réflexion a été lancée, aboutissant au remplacement des squarelines par des chaines de 30 mm. Ce choix a été validé par le bureau d'étude de Mobilis, fournisseur du matériel et contrôlé par un second bureau d'étude, SOFID (Cf. Annexe 11).

Durant la période de transition, les limites d'exploitation ont été diminuées avec un vent maximum de 25 kts au lieu de 34 kts.

Aucun autre problème technique n'a été identifié depuis le changement de matériel intervenu le 9 aout 2023.

1.3.2 Bilan du suivi des herbiers de Posidonies

Conformément aux dispositions de l'arrêté préfectoral d'autorisation du projet (article 12 – Suivi des herbiers de posidonie et de la cymodocée) :

- un **état initial des herbiers** à proximité des coffres d'amarrage a été mené entre le **5 et le 9 juillet 2021** par le bureau d'étude Creocean et porté par la mairie de Bonifacio ;
- un **suivi** a ensuite été réalisé **par le Service Aires Protégées de la Mer des Iles et du Littoral[1] (APMIL)**, porté par l'Uffiziu di l'Ambiente di a Corsica (U.A.C./O.E.C.). Le rapport de synthèse de ce suivi est disponible en Annexe 6.

  Le pôle scientifique de l'A.P.M.I.L. a réalisé ce suivi en 2022 avec pour objectif de contrôler les indicateurs de l'état de conservation des herbiers sur la zone en comparaison avec l'état initial réalisé en 2021 par Creocean, avant la mise en place des 14 coffres d'amarrage.

  Les méthodes d'investigation adoptées dans le cadre de cette étude ont été choisies, dans un premier temps, pour répondre à la nécessité d'une surveillance à long terme des limites des herbiers autour des coffres ; ces limites constituent des secteurs particulièrement sensibles à toutes modifications du milieu pouvant être induites par les coffres d'amarrage. Ce travail a nécessité un renforcement du dispositif de suivi sous l'eau. Ces mesures ont été complétées par l'analyse de descripteurs traduisant la vitalité de l'herbier avec un effort d'échantillonnage plus robuste en 2022, pour certains paramètres relevés in situ. Les méthodes appliquées par l'U.A.C./O.E.C. répondent aux attentes du protocole décrit dans le cadre de l'arrêté préfectoral suivant les préconisations du conseil scientifique de la R.N.B.B. ainsi que les travaux de Pergent (2007).

Les conclusions de cette dernière étude montrent que :

- Concernant l'étude de la vitalité des herbiers à *Posidonia oceanica*, le service A.P.M.I.L. de l'U.A.C./O.E.C. a appliqué en 2022, une méthode d'échantillonnage plus robuste que celle proposée l'année précédente avec une augmentation conséquente du nombre de réplicas par carré permanents. **Cette démarche a conduit à la non prise en compte des résultats obtenus en 2021 pour la densité foliaire, le déchaussement et le pourcentage de rhizomes plagiotropes.**

  Les résultats obtenus en 2022 pour ces paramètres ont donc été pris pour référence dans la définition de l'état initial ou état zéro, des herbiers sur la zone d'étude.

- Pour la compacité de la matte, il semble également important d'augmenter le nombre de réplicas afin d'améliorer la robustesse de l'échantillonnage afin de bénéficier de données interannuelles comparables comme le montre l'étude commandée par l'O.E.C/U.A.C à la STARESO.

- **Les résultats enregistrés aux abords des coffres d'amarrage et de la bouée météo ne présentent pas de différences significatives en ce qui concerne le taux de recouvrement des herbiers à *Posidonia oceanica* entre 2021 et 2022. Ils témoignent actuellement, d'un herbier généralement stable avec peu ou pas de progression de ce paramètre.**

- Concernant les micro-cartographies des limites d'herbiers vivants et de mattes mortes, **des évolutions sont notées autour des coffres 9 (A5) et 11 (A6)**. L'ensablement de la limite A5 ayant déjà été notifié en 2021, et le dépôt de feuilles mortes observé sur la limite B5 pouvant être un phénomène temporaire, **de nouvelles observations sur site dans les années à venir seront déterminantes pour affirmer ou non cette tendance à la régression**, tenant compte du courant principalement orienté du nord vers le sud sur l'ensemble de la baie.

[1] Santoni M.C et Cesari F., 2023. État initial et suivi scientifique de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans les Z.M.E.L. expérimentales de Balistra (Golfe de Sant'Amanza). Rapport scientifique. Office de l'Environnement de la Corse, Réserve naturelle des Bucchi di Bunifaziu. 50p + annexes.

Pour la limite A6, une petite régression de l'herbier semble apparaître mais méritera un suivi sur une plus longue période pour être confirmée ou infirmée. Il serait possible d'envisager, concernant ces limites potentiellement problématiques, un suivi complémentaire plus précis, en appliquant la méthode préconisée dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonies (Meinesz, 1977 ; Charbonnel et al., 2000) lors de la réalisation des prochaines micro-cartographies. Ceci dans l'attente du repositionnement des coffres d'amarrage non conformes et positionnés à moins de 10m des herbiers.

- Le coffre d'amarrage 13 (A9), positionné à 3,4 m de l'herbier à *Posidonia oceanica*, devra également faire l'objet d'une attention particulière jusqu'à son déplacement afin de vérifier le phénomène d'ensablement léger de la limite A9b observé dans le cadre de cette étude.
- En se référant strictement au protocole, l'arrêté 2A-2021-05-31-0001 prévoit un suivi annuel couvrant 14 coffres d'amarrage, 48 carrés permanents et 15 limites d'herbiers, devra être réalisé tous les ans sur le site.

  Dans les années à venir, il sera nécessaire de mettre en place les dispositifs de suivi manquant (perdus ou non installés en 2021), soit la limite A3, ainsi que les carrés permanents A1d, A3c, A3d, A4c, A4d, B2c, B2d, B5c, B5d et X2, de manière à compléter le suivi scientifique tel que prévu dans l'arrêté préfectoral. Des plongées de renforcement supplémentaires seront également nécessaires chaque année pour pérenniser les stations de comptage.

  Par ailleurs, suite au suivi mené par l'OEC sur les herbiers de Posidonies, une **adaptation des modalités et du protocole de suivi** est proposée et validée par le conseil scientifique de la RNBB. Il s'agit notamment de renforcer et/ou compléter certains suivis, mais également de valider un allongement de la périodicité du suivi sur 2 ans préconisé par le gestionnaire de la Réserve. La micro-cartographie des limites d'herbiers problématiques pourra être vérifiée annuellement.

Les futures campagnes de suivi apporteront des précisions quant à l'évolution de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* aux alentours des coffres d'amarrage des Z.M.E.L. expérimentales de Balistra afin de permettre au gestionnaire d'assurer la réversibilité de l'expérimentation en cas d'impact significatif sur la nature. Compte tenu du manque de références disponibles dans la littérature scientifique sur le sujet et du manque de recul dont nous disposons sur ces infrastructures sous-marines, nous pouvons supposer qu'aucune conclusion ne pourra être émise avant la 5ème année de suivi sur la zone.

Les données collectées permettront également d'assurer une surveillance de l'état de santé général des herbiers dans la zone en complément du projet de restauration, RENFORC, actuellement en place sur le secteur d'étude. L'impact particulièrement important de l'ancrage dans les herbiers du golfe de Sant'Amanza, avec 15.9 % des herbiers détruits en une année (Pergent-Martini, 2020), souligne la nécessité de conserver cet écosystème d'importance dans les équilibres écologiques et physiques du système littoral, au sein d'un secteur particulièrement sensible de la R.N.B.B.

ACTIONS MISE EN PLACE

Suite aux retours de la RNBB assurant le suivi scientifique de l'herbier et conformément à ses engagements, la commune a organisé le déplacement des coffres 12 (A8) et 13 (A9), et programme le déplacement des coffres 9 (A5), 10 (A7) et 11 (A6) avant le démarrage de la saison 2025, tous jugés trop proches de l'herbier.

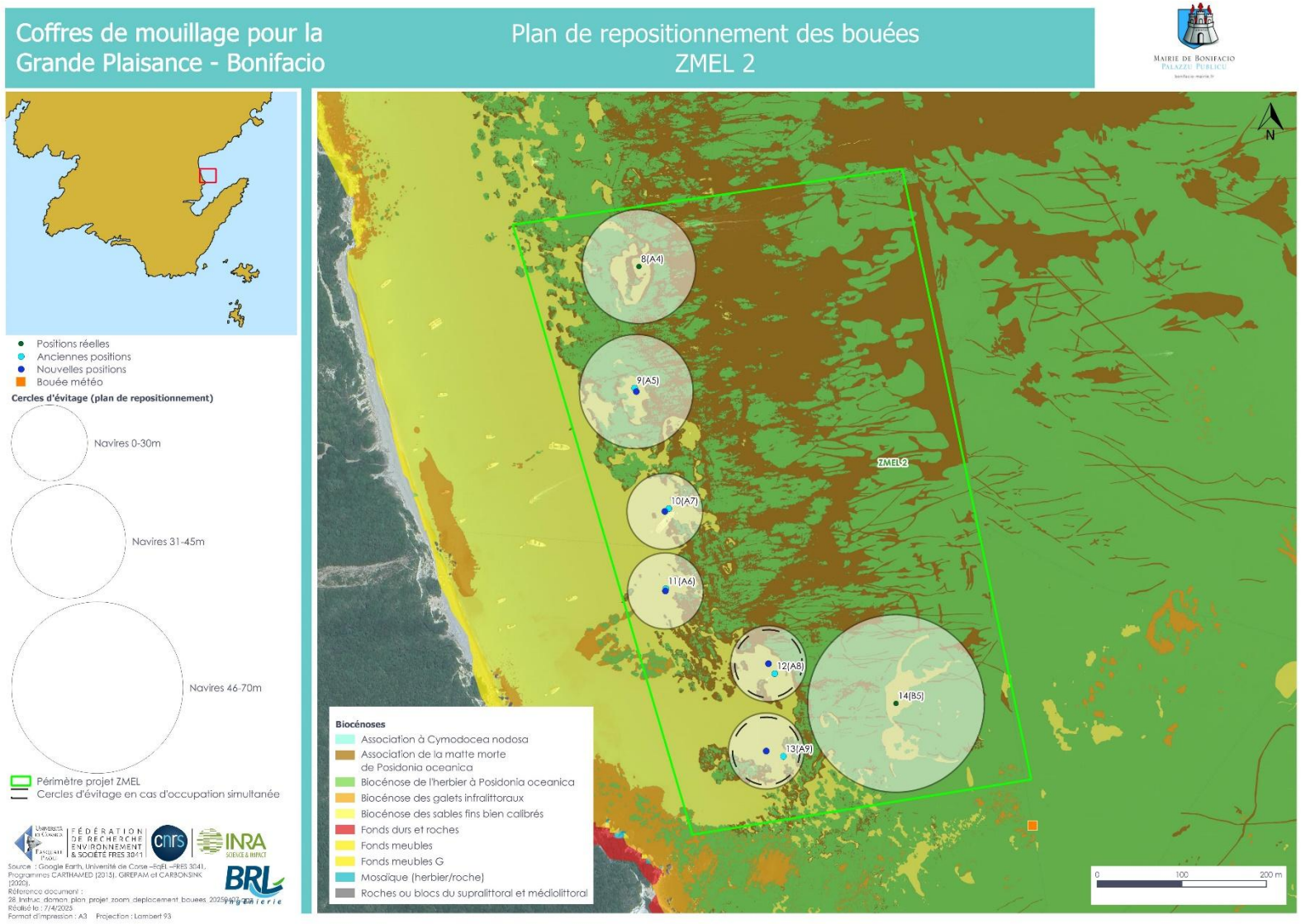
Le repositionnement à venir des 3 coffres sera effectué sous le contrôle des équipes portuaires et validé par le gestionnaire de la réserve. Conformément aux recommandations du CSPRN, demandant de garantir une distance minimale de 10 mètres par rapport à l'herbier, la commune s'engage à déplacer les coffres comme suit :

- Coffre 9 (A5) : déplacement de 6,5 m ;
- Coffre 10 (A7) : déplacement de 20 m ;
- Coffre 11 (A6) : déplacement de 150 m.

La carte suivante illustre le déplacement des 5 coffres 9 à 13 (ZMEL 2).

Le tableau récapitulant les coordonnées des 14 coffres d'amarrage en prenant en compte le déplacement des bouées 9 à 13 est présenté au §1.4.3.

Carte 4 : Plan de repositionnement des coffres 9 (A5), 10 (A7), 11 (A6), 12 (A8) et 13 (A9) de la ZMEL 2



1.3.3 Bilan du suivi de la qualité des eaux et des sédiments

L'arrêté préfectoral d'autorisation du projet initial prévoit la réalisation du suivi de la qualité des eaux et des sédiments pendant la phase d'exploitation des ZMEL (Cf. Annexe 1, article 11).

Un état initial a été réalisé par le bureau d'étude Creocean en juin 2023 (Cf. Annexe 7).

Les résultats de cette première campagne menée le 06/06/2023 mettent en évidence :

- une zone non soumise à la pollution : aucun marquage n'est observé sur l'ensemble des compartiments étudiés ;
- une matrice sédimentaire légèrement plus chargée en éléments trace métallique au niveau de la zone située la plus au nord, ce qui peut être mis en lien avec la présence de l'étang de Balistra, qui se jette en mer au nord de la ZMEL 1 ;
- une eau de très bonne qualité sur l'ensemble de la zone d'étude.

De la même façon, le suivi de la qualité de l'eau et des sédiments réalisé en 2023 (Cf. Annexe 8) ne montre aucune trace de pollution. En effet, les apports nutritifs dans l'eau ne sont pas impactés par la présence de la zone de mouillage. Cette zone de mouillage n'apporte pas, d'après les prélèvements effectués, de pollution aux hydrocarbures. La qualité de l'eau est bonne sur l'ensemble des deux zones de mouillage.

L'analyse des sédiments permet de montrer une absence de pollution aux métaux, HAP, PCB et TBT avant la mise en place des coffres, ainsi qu'à la fin de la première saison d'exploitation. La matrice sédimentaire de la zone située la plus au nord, est légèrement plus chargée en éléments trace métalliques, lors de la campagne de juin, ce qui peut être mis en lien avec la présence de l'étang de Balistra, qui se jette en mer au nord de la zone de mouillage nord.

La mise en place de la zone de mouillage ne semble pas impacter le milieu à la suite de sa première année d'exploitation, avec des sédiments non pollués et une eau de bonne qualité sur l'ensemble de la zone étudiée.

1.3.4 Bilan paysager

L'été 2022 correspond à la première saison d'exploitation complète des deux zones de mouillages de Sant'Amanza, du 1er juin au 30 septembre.

Cette saison se caractérise par un taux de remplissage maximal n'ayant pas été atteint, et une moyenne journalière de :

- 1 bateau en juin ;
- 4,5 bateaux en juillet ;
- 5,5 bateaux en août ;
- 1 bateau en septembre.

Au vu de ces résultats, l'impact paysager de l'exploitation des ZMEL est considéré comme très faible en 2022. Ces éléments sont renforcés par les choix du maitre d'ouvrage :

- faible densité de bouées (7 par ZMEL de 30 hectares) ;
- taille des cercles d'évitage (rayon d'évitage 1.5 fois la longueur du plus grand navire acceptable par bouée) ;
- regroupement des ouvrages.

En ce qui concerne la saison 2023, au vu de la fréquentation des ZMELs (Cf. §1.3.1), il apparait raisonnable de considérer que l'exploitation des ZMELs ait eu un impact paysager très faible.

Ces éléments sont renforcés par les choix du maitre d'ouvrage :

- faible densité de bouées (7 par ZMEL de 30 hectares) ;
- taille des cercles d'évitage (rayon d'évitage 1,5 fois la longueur du plus grand navire acceptable par bouée) ;
- regroupement des ouvrages.

Pour mémoire, il y a seulement 7 bouées à destination des navires de plus de 24 m dans la ZMEL sud. La quantité de bateaux est à minima multipliée par 4 avec le mouillage des bateaux de moins de 24 m.

Au regard de la figure ci-dessous, nous pouvons constater que l'aspect paysager est dégradé par le nombre important de petites unités situées entre les ZMEL et la plage.

Figure 10 : Photo prise par drone le 08/08/2022

1.3.5 Synthèse des suivis et retours d'expérience

En synthèse, les différents bilans réalisés sur les deux premières saisons de l'exploitation des ZMEL de Sant'Amanza mettent en évidence les éléments suivants :

Le bilan d'exploitation montre un résultat positif et des retours satisfaisants, malgré le constat d'un taux de remplissage des zones de mouillage inférieur à la capacité d'accueil. Pour mieux répondre à la demande, des pistes sont envisagées, en termes de stratégie de communication et d'adaptation des caractéristiques d'accueil des mouillages. D'autre part, suite à 2 incidents de rupture de matériel (ligne d'amarrage), des actions adaptatives ont été mises en place (remplacement des squarelines par des chaînes).

Le suivi écologique de l'herbier de posidonies au droit du projet réalisé par l'OEC en 2022 ne montre pas d'impact significatif sur les herbiers à ce stade. Les résultats enregistrés ne présentent pas de différences significatives en ce qui concerne le taux de recouvrement des herbiers entre 2021 et 2022. Ils témoignent actuellement d'un herbier généralement stable avec peu ou pas de progression de ce paramètre. En ce qui concerne les limites d'herbiers vivants et de mattes mortes, de petites évolutions sont notées autour des coffres 9 (A5) et 11 (A6) sans qu'il ne soit possible de conclure à ce sujet avant plusieurs années d'observation. Le maître d'ouvrage est alerté par le responsable de la RNBB en charge du suivi scientifique sur la position du coffre 13 (A9) vis-à-vis de l'herbier. La commune s'est engagée à trouver une solution et mène des échanges avec le Groupement titulaire du marché de conception/réalisation des aménagements.

Suite aux premières expertises et conformément au retour de la RNBB, les modalités et le protocole de ce suivi seront adaptés. Par ailleurs, conformément à son engagement, le maître d'ouvrage a organisé le déplacement des coffres 12 (A8) et 13 (A9), et programme le déplacement des coffres 9 (A5), 10 (A7) et 11 (A6) avant le démarrage de la saison 2025, tous jugés trop proches de l'herbier. Le repositionnement à venir des 3 coffres sera effectué sous de contrôle des équipes portuaires et validé par le gestionnaire de la réserve.

L'état initial de la qualité du milieu (eau et sédiments) montre une zone non soumise à la pollution et une eau de très bonne qualité.

En ce qui concerne le bilan paysager, un impact très faible est noté en 2022 et 2023.

1.4 Présentation du projet de renouvellement

1.4.1 Stratégie d'adaptation du projet pour la deuxième phase d'exploitation

Les premiers retours d'expérience présentés ci-avant montrent que la première phase d'exploitation des ZMEL de Sant'Amanza présente un bilan positif et répond aux attentes, tant du point de vue financier qu'écologique. Les bilans réalisés mettent en évidence l'intérêt du projet et sa pertinence dans le contexte spécifique du golfe de Sant'Amanza, justifiant la nécessité de prolonger l'exploitation des ZMEL sur une durée de 2 ans.

Sur la base de ces retours, plusieurs adaptations du projet sont programmées pour améliorer son fonctionnement et son suivi, sans modifier les aménagements existants.

1.4.1.1 Évolution de la taille des navires et optimisation de la capacité d'accueil

Un premier choix d'évolution concerne la taille des navires accueillis sur les bouées. Pour mieux répondre à la demande, la capacité d'accueil des ZMEL n'étant pas atteinte à l'heure actuelle, le gestionnaire souhaite optimiser la zone et la taille des navires pouvant s'y amarrer. Ainsi les classes de navires cibles seront revues et décomposées en 3 catégories :

- navires de 0 à 30 m de long ;
- navires de 31 à 45 m ;
- navires de 46 à 70 m.

Pour cela il est prévu **de revoir les capacités d'accueil de certaines bouées de manière à pouvoir accueillir des navires jusqu'à 70 m sur 2 ancrages : 7 (B2) et 14 (B5)**. Les optimisations des possibilités d'amarrage ont été étudiées pour les différentes classes de navires par types de coffres en fonction des conditions météorologiques et selon la capacité des éléments (lests, coffres d'amarrage, organeau d'amarrage, chaîne et cordage en nylon)[2].

À noter que la commune de Bonifacio a également établi une procédure de conventionnement avec la Marine pour utiliser un coffre existant situé plus au large. Ce dispositif, totalement indépendant des ZMEL, permet l'amarrage de navires jusqu'à 90 m de long.

1.4.1.2 Élargissement de la période d'exploitation

Suite au retour d'expérience de fréquentation des zones de mouillage, ainsi que l'évolution de l'activité sur les prochaines années, la période d'exploitation est élargie de 4 mois à 6 mois, du 1ier mai au 30 octobre.

Il sera nécessaire d'organiser et d'optimiser la stratégie de contrôle des ZMEL afin de s'assurer du respect de la règlementation et de l'efficacité de la protection des fonds marins. Une concertation entre les différentes structures et acteurs est à mener.

1.4.1.3 Balisage des ZMELs

Afin de limiter les ancrages non autorisés dans l'herbier tout en facilitant d'éventuelles verbalisations, la commune de Bonifacio souhaite prendre en compte les recommandations du CSRPN et intégrer un **balisage délimitant les emprises des ZMELs**.

Le service hyperbare de la commune assurera l'installation de **bouées sphériques jaunes** de 400 mm de diamètre, **ancrées par vis à sable**.

La mise en place et le retrait du balisage seront synchronisés avec les périodes d'ouverture et de fermeture des ZMELs.

Les coordonnées de ces bouées sont précisées ci-après :

Tableau 5 : Coordonnées des bouées de balisage de la ZMEL

Id	ZMEL	X_L93	Y_L93	X_DD	Y_DD	X_DMD	Y_DMD
1	ZMEL 1	1221753,263	6057896,444	9,231454	41,437403	9° 13,887'	41° 26,244'
2	ZMEL 1	1221245,932	6057780,66	9,225311	41,436726	9° 13,519'	41° 26,204'
3	ZMEL 1	1221178,558	6057835,173	9,224561	41,437261	9° 13,474'	41° 26,236'
4	ZMEL 1	1221155,695	6058079,013	9,224518	41,43946	9° 13,471'	41° 26,368'
5	ZMEL 1	1221321,321	6058405,035	9,226795	41,442261	9° 13,608'	41° 26,536'
6	ZMEL 1	1221656,892	6058483,432	9,23086	41,442725	9° 13,852'	41° 26,564'
1	ZMEL 2	1221849,436	6057477,324	9,232204	41,433584	9° 13,932'	41° 26,015'
2	ZMEL 2	1222058,987	6056770,355	9,234031	41,427108	9° 14,042'	41° 25,626'
3	ZMEL 2	1221663,425	6056673,544	9,229236	41,426522	9° 13,754'	41° 25,591'
4	ZMEL 2	1221394,061	6057375,163	9,226692	41,432992	9° 13,602'	41° 25,980'

[2] Note d'optimisation des possibilités d'amarrage - BRLi, mai 2023 – Cf. Annexe 10

1.4.1.4 Création d'un comité de suivi

La commune souhaite la création d'un **comité de suivi annuel**, pour évaluer l'ensemble des enjeux associés au dossier. Le comité sera composé des membres suivants :

- Commune de Bonifacio
- DMLC
- Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio
- CSRPN

Les points abordés en séance concerneront le bilan de l'activité, les aspects techniques, environnementaux et paysagers.

1.4.1.5 Adaptation et renforcement du suivi des herbiers de Posidonies

Suite à l'état initial réalisé par l'OEC sur les herbiers de Posidonies, une **adaptation des modalités et du protocole de suivi** est prévue, afin de prendre en compte le retour du conseil scientifique de la RNBB et la demande émise par le CSRPN.

Le suivi sera effectué tous les 5 ans et comprendra :

- le protocole scientifique de suivi défini en 2021 (Cf. article 12 p20 de l'arrêté Inter-préfectoral d'AOT du 31 mai 2021 présenté en Annexe 1) ;
- une **photogrammétrie de l'herbier proche** (sur une distance de 20 m à partir de la limite extérieure des coffres), ainsi que l'entretien du matériel de suivi écologique ;
- une **cartographie de l'ensemble de la baie de Balistra** (entre la surface et 15 m de profondeur) en haute résolution (drone).

Le premier protocole sera effectué en 2025 par l'équipe scientifique de la RNBB. Une première cartographie sera réalisée en 2026.

En effet, la dynamique de l'herbier ne nécessite pas de suivis aussi rapproché que celui prévu initialement (Cf. Annexe 5) et ces éléments permettront de suivre l'évolution de l'herbier, d'appréhender l'impact des éventuels reports de fréquentation des unités inférieures à 24 m et donc d'apprécier les conséquences exactes de la ZMEL sur l'environnement du site.

1.4.1.6 Financement du suivi environnemental

La commune souhaite maintenir dans le futur AOT l'engagement de verser 1% du résultat d'exploitation de la ZMEL à l'Office de l'Environnement de la Corse pour des actions de suivi environnemental notamment la restauration des herbiers.

1.4.2 Concertation

De même que pour le projet initial de création des ZMEL, le projet de renouvellement de l'exploitation des zones de mouillage a été défini dans une démarche de concertation afin d'impliquer les interlocuteurs concernés.

Plusieurs réunions (COTECH et COPIL) ont été organisées, réunissant les principaux acteurs et services de l'État concernés, et notamment la DDTM, la DREAL, la DMLC, l'OEC :

- COTECH le 14/02/2023,
- COPIL n°1 le 27/04/2023,
- COPIL n°2 le 26/06/2023.

1.4.3 Évolution du plan de mouillage

Suite aux modifications du plan de mouillage de l'AOT initiale de 2021, le projet de renouvellement concerne 14 bouées réparties comme suit sur chacune des 2 ZMEL :

- 1 bouée pour une capacité maximale d'accueil pour des navires jusqu'à 70 m ;
- 6 bouées pour une capacité maximale d'accueil pour des navires jusqu'à 45 m.

Au regard du respect des évitages entre navires, l'organisation optimisée du plan d'eau sera la suivante :

- pour la ZMEL 1 :
  - 1 bouée pour des navires jusqu'à 70 m ;
  - 2 bouées pour des navires jusqu'à 45 m ;
  - 3 bouées pour des navires jusqu'à 30 m ;
  - 1 bouée pour des navires jusqu'à 26 m.
- pour la ZMEL 2 :
  - 1 bouée pour des navires jusqu'à 70 m ;
  - 2 bouées pour des navires jusqu'à 45 m ;
  - 4 bouées pour des navires jusqu'à 30 m.

Le plan de mouillage ainsi défini prend en compte les cercles d'évitage des navires. En termes de capacité de maintien, les structures de 26 T peuvent recevoir des unités jusqu'à 45 mètres.

La surface totale des zones de mouillages est légèrement modifiée et correspond à environ 60 ha (chaque ZMEL couvrant environ 30 ha).

42 *Le plan de mouillage est présenté au §4.*

Le tableau suivant récapitule les caractéristiques des coffres d'amarrage.

Tableau 6 : Synthèse des caractéristiques des coffres d'amarrage

ZMEL	N° ANCRAGE	COORDONNÉES LESTS PLAN DE RÉCOLEMENT (WGS84)		BATHYMÉTRIE	SUBSTRAT	DISTANCE HERBIER	TAILLE DE NAVIRE	
	AOT RENOUVLT	LONG.	LAT.				CAPACITÉ MAXIMALE DU COFFRE AU REGARD DES EFFORTS CALCULÉS	TAILLE OPTIMALE EN CAS D'OCCUPATION MAXIMALE DE LA ZMEL
ZMEL 1	1	9°13,64670′	41°26,49391′	8 m	Sable fin	17,5 m	45 m	45 m
	2	9°13,59333′	41°26,44316′	7,2 m	Sable fin	11 m	45 m	30 m
	3	9°13,53104′	41°26,35749′	7,8 m	Sable fin	31 m	45 m	45 m
	4	9°13,57176′	41°26,29485′	9.9 m	Sable et feuilles mortes de posidonie	31 m	45 m	30 m
	5	9°13,53491′	41°26,24830′	8.4 m	Sable et feuilles mortes de posidonie	75 m	45 m	30 m
	6	9°13,60977′	41°26,25499′	10.2 m	Sable et débris de feuilles mortes de posidonie	28 m	45 m	26 m
	7	9°13,67995′	41°26,31341′	12 m	Sable très fin	37 m	70 m	70 m
ZMEL 2	8	9°13,70873′	41°25,95284′	8,5 m	Sable	12 m	45 m	45 m
	9	9° 13,70649′	41° 25,87329′	8 m	Sable	10 m	45 m	45 m
	11	9° 13,73126'	41° 25,74640'	9.3 m	Sable	10 m	45 m	30 m
	10	9° 13,73073'	41° 25,79704'	9 m	Sable	10 m	45 m	30 m
	12	9° 13,81873'	41° 25,70012'	10.5 m	Sable très épais type arène granitique altérée	13 m	45 m	30 m
	13	9° 13,81684'	41° 25,64453'	9.5 m	Sable fin hauteur 0.40 m puis gravier	13 m	45 m	30 m
	14	9°13,92700′	41°25,67484′	12.3 m	Sable grossier et galets	17 m	70 m	70 m
Station météorologique		9°14,04295′	41°25,59713′					

1.4.4 Exploitation

Dans la prolongation de l'autorisation initiale, le renouvellement de l'exploitation des ZMEL s'assortit d'une **interdiction de mouillage forain** dans le périmètre du projet (soit environ 60 ha). À noter que la **pratique de la pêche de loisir est également interdite** au sein de l'emprise des ZMEL **toute l'année**. **La pêche professionnelle est interdite pendant la période d'activité des ZMEL.**

L'ensemble de la zone est soumis à un **règlement de police** qui organise et règlemente les usages.

Le renouvellement de l'exploitation des ZMEL est prévu pour une **durée de 2 ans**, à compter de la **saison 2025** (mai 2025).

Pour cette deuxième phase d'exploitation, l'accueil des navires de grande plaisance dans les ZMEL sera étendu **entre le 1er mai et le 30 octobre**.

Comme précédemment, les installations mobiles (amarres et bouées) sont démontées en dehors de la période d'exploitation, remisées et entretenues par l'entreprise titulaire du marché d'entretien des dispositifs. Seuls les ancrages seront maintenus.

Ces équipements seront stockés sur un terrain communal (Cf. §1.2.5).

1.5 Modalités de prise en compte de l'environnement naturel, aquatique et paysager, de la vocation, des usages et de la sécurité de la zone

1.5.1 Prise en compte de la vocation et des activités de la zone concernée et des terrains avoisinants

Le Plan d'Aménagement et de Développement Durable (PADDUC) de la Corse, dans son volet valant Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SMVM, Approuvé par l'Assemblée de Corse le 2 octobre 2015) définit la **vocation des espaces maritimes et littoraux**. La lecture des vocations par site permet de connaitre les priorités qui leur sont affectées, dans un objectif général d'organisation des usages. Les vocations exclusives et prioritaires des espaces sur l'ensemble du périmètre du SMVM de Corse sont représentées sur une cartographie.

Vocation Np

Le golfe de Sant'Amanza, du fait de sa localisation au sein de la Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio est situé **en zone de vocation naturelle prioritaire (Np)**. Les prescriptions particulières de la zone Np de la RNC des Bouches de Bonifacio sont les suivantes :

Prescriptions particulières			
N°	Espaces concernés	Vocation	Prescriptions particulières
6	R.N.C Bouches de Bonifacio	Np	Le parc marin des bouches de Bonifacio est un espace remarquable possédant un système de gestion propre. Il a une vocation naturelle prioritaire. Il n'a pas vocation à accueillir des usages industrialo-portuaires nouveaux. Le développement d'autres activités comme les loisirs ou la pêche sont possibles dans le respect de la vocation prioritaire de protection et de préservation du milieu, et des documents d'objectifs existants pour les sites. En application du Code de l'Environnement, il convient de déterminer si le projet ou l'activité prévue sur le site peut avoir un effet significatif sur les habitats et les espèces végétales et animales ayant justifié la désignation du site Natura 2000. Une évaluation d'incidences Natura 2000 est obligatoire. La pêche au chalut est interdite sur les herbiers de Posidonie. Le mouillage forain est également à proscrire sur cet habitat. Les activités aquacoles sont interdites dans le périmètre de la réserve (ferme aquacole de Sant'Amanza exclue du périmètre ; son extension ne peut, de fait, qu'être limitée)

L'évaluation des incidences du projet sur Natura 2000 a été réalisée dans le cadre de la demande d'examen au cas par cas. Cette évaluation conclue à l'absence d'incidence du projet sur les sites localisés au droit des ZMEL et à proximité.

Par ailleurs, le renouvellement de l'autorisation d'exploitation des ZMEL dans le golfe de Sant'Amanza s'assortira de la prolongation de l'interdiction du mouillage forain sur l'ensemble du périmètre du projet, en cohérence avec les prescriptions de la zone Np qui recommande de proscrire le mouillage forain sur les herbiers de Posidonie.

À noter que le SMVM intègre explicitement la perspective de développement des zones de mouillages à haut niveau de services dédiés à la grande plaisance, et identifie le golfe de Sant'Amanza sur la commune de Bonifacio comme un site potentiellement favorable pour de telles installations.

Vocation NCe

Une ferme marine est présente au sud-est du golfe de Sant'Amanza, en dehors de la zone de projet. Les prescriptions particulières des zones NCe sont les suivantes :

Prescriptions particulières			
N°	Espaces concernés	Vocation	Prescriptions particulières
9	Les fermes marines existantes comprises dans un site naturel remarquable	NCe	Le positionnement de ces sites dans un espace remarquable bénéficiant d'une vocation de protection des milieux fait que la vocation de ces zones est exclusive mais partagée entre la vocation naturelle et la vocation aquacole. Les zones C situées dans secteurs N doivent impérativement répondre aux exigences environnementales nécessaires à la préservation des habitats et des espèces d'intérêt écologique fort comme l'herbier de Posidonie. Dans le cas où ces activités impacteraient de façon trop importante l'habitat naturel à préserver, elles seront interdites sur la zone considérée. Sur ces zones, la circulation est réservée aux embarcations professionnelles nécessaires aux aquaculteurs et conchyliculteurs.

Le projet est éloigné de cette zone et ne l'affecte pas.

1.5.2 Prise en compte des impératifs de sécurité des personnes et des biens, notamment du point de vue de la navigation

Le projet concerne le renouvellement de l'autorisation d'exploitation pour 2 ans des deux ZMEL du golfe de Sant'Amanza à destination des navires de grande plaisance.

Le site accueillant les bouées ne correspond pas à une zone portuaire, mais à un site de mouillage historique pour la plaisance. D'autre part, il est localisé au nord de l'axe de navigation entrant et sortant dans le golfe.

Le périmètre des ZMEL est situé en dehors des zones d'interdiction aux engins motorisés.

En ce qui concerne la pêche, la Prud'homie des Patrons Pêcheurs de Bonifacio s'était positionnée favorablement préalablement à la mise en place de ces installations sur le site identifié, en amont de l'AOT initiale. Avec le démontage des installations en hiver, cette zone pourrait recouvrer une pleine vocation pour des activités de pêche.

L'organisation des aménagements permet une **bonne compatibilité avec les activités existantes** (densité d'occupation du plan d'eau optimisée) et un **fonctionnement sécurisé** (chaque navire bénéficie d'une zone de confort dont le diamètre est égal ou supérieur à 3 fois sa longueur, sans chevauchement des cercles d'évitages si les conditions d'exploitation sont respectées).

Au vu du nombre de bouées restreint, la navigation reste libre autour des cercles d'évitage des navires. Aucun chenal de navigation ou balisage particulier n'est nécessaire à ce niveau.

Le renouvellement de l'exploitation des ZMELs ne créé aucun obstacle particulier à la navigation.

L'organisation des ZMELs est encadrée par un règlement de police définissant les modalités d'exploitation et d'utilisation de la zone.

Les zones de mouillages organisées font l'objet d'une surveillance, et le mouillage forain est interdit sur tout le secteur du projet (petite et grande plaisance). La sécurité de la zone est ainsi améliorée.

1.5.3 Prise en compte des conditions de préservation des sites et paysages du littoral

Le **diagnostic paysager établi par Erba Barona Paysage** lors de l'élaboration du projet a permis de croiser l'analyse de la géographie et du paysage avec une approche plus sensible du site d'étude (perception, points de vue, lieux emblématiques…). Ce rapport a été mis à jour dans le cadre de la présente demande de renouvellement suite à l'évolution du projet et à l'augmentation de la taille des navires accueillis. Il est présenté en Annexe 9.

L'insertion paysagère du projet a été prise en compte dès sa conception, et la détermination du plan de mouillage a intégré les enjeux mis en évidence et les recommandations formulées dans le diagnostic paysager. Ce dernier préconisait en particulier pour préserver le paysage du golfe de séparer les zones de mouillage en deux poches relativement denses : une première entre Capu Biancu et Giannone, et une seconde devant la plage de Balistra. La coupure entre les deux zones de mouillage permet de conserver l'ouverture visuelle.

1.5.4 Prise en compte des milieux naturels aquatiques

Lors de la conception du projet initial, la stratégie d'implantation des coffres **dans des taches de sable** s'est imposée avec le parti pris de ne générer **aucun impact sur l'herbier vivant ou la matte morte**.

Cette stratégie d'implantation a été présentée aux différents acteurs et intervenants locaux, et validée lors des **réunions de concertations** menées par le maître d'ouvrage. L'OEC, la RNBB, les services de l'État (DREAL, DDTM), les Agences régionales, l'Agence de l'Eau, l'Office Français de la Biodiversité, l'Agence de Développement Économique de la Corse (ADEC), le Préfet et ses services ont notamment été informés et consultés dans le cadre de la définition du projet.

Les points d'ancrage finaux ont été sélectionnés sur la base :

- des éléments disponibles : documents cartographiques fournis par l'Université de Corse, relevés de fréquentation pour déterminer l'attractivité des zones, cartes SHOM pour la bathymétrie ;
- d'études géotechniques,
- d'une étude paysagère,

en prenant ainsi en compte l'ensemble des contraintes environnementales et techniques.

Le **plan de mouillage final a abouti à 14 bouées réparties sur 2 ZMEL dans le golfe de Sant'Amanza, plus une bouée météorologique**.

Ce projet a été présenté au Comité Consultatif de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio le 16 avril 2021. Il a reçu un accueil positif et été validé à 20 voix pour et 2 voix contre.

Lors de ce Comité Consultatif de la RNBB, **l'Office de l'environnement, gestionnaire de la RNBB, ainsi que le Conseil scientifique de la réserve se sont positionnés favorablement quant au projet des coffres de grande plaisance de Sant'Amanza, sous les conditions suivantes** :

1. L'état initial de la nature au sein des ZMEL (herbiers de Posidonie, Cymodocés, hydrodynamisme) sera validé par le conseil scientifique de la RNBB.

   La commune a lancé une consultation afin de sélectionner un bureau d'étude pour cette mission en reprenant l'ensemble des préconisations. Les deux partenaires ont été associés pour l'élaboration du cahier des charges et le seront pour l'analyse des offres.

2. Le suivi scientifique de la nature, des impacts potentiellement négatifs des dispositifs d'ancrage et de l'ombre des navires, seront réalisés par le gestionnaire de la RNBB et sont à valider par le conseil scientifique de la RNBB. Ce protocole sera acté par une convention établie entre la Commune et l'OEC ;

3. L'augmentation de la surface des deux ZMEL d'au moins un tiers vers le large, et intégrant le point 8 de localisation scientifique pour un ancrage par scellement chimique sur roches en 2022, comme mesure compensatoire des impacts potentiels non pris en compte ou d'accompagnement pour une plus grande protection des herbiers en y interdisant le mouillage à l'ancre des bateaux de la petite plaisance.

   L'augmentation de la surface des deux ZMEL fera passer la superficie totale de 42.4 ha préservée de tout ancrage à 60 ha. La commune a répondu favorablement à cette demande qui engendra un contrôle par ses services sur une zone beaucoup plus étendue.

4. Il a été demandé à la commune de réaliser les études associées à la création d'un ancrage par scellement chimique dans la zone. La commune a validé le principe d'engager des études sur ce point.

5. L'enlèvement des corps-morts existants avant la mise en place des ZMEL.

   La commune a confirmé qu'elle s'appuiera sur les plongeurs de son service portuaire pour inspecter la zone. Le cas échéant, un marché sera lancé afin de retirer les corps-morts.

6. Le retrait immédiat des coffres en cas d'impact avéré et significatif par le suivi scientifique réalisé par le gestionnaire de la RNBB et validé par son conseil scientifique sur la vitalité, le déchaussement ou l'ensablement des herbiers pour les points soumis à un suivi scientifique régulier ou renforcé.

   La Commune a validé ce principe à de nombreuses reprises, lors de COPIL et à travers le dossier de demande d'examen au Cas par Cas. D'autre part, le cahier des charges lié à la conception/réalisation des coffres a été rédigé en ce sens, en demandant aux entreprises de proposer du matériel pouvant être retiré facilement et sans aucun impact sur l'écosystème.

7. La comptabilité des ZMELS, tant lors des travaux que de l'exploitation, avec les actions pluriannuelles de transplantations de Posidonie devant débuter au printemps 2021 dans le golfe de Sant'Amanza à Balistra.

   La commune s'est inscrite dans une collaboration avec l'OEC qui se concrétisera par ce type d'actions concrètes de restauration.

8. Un règlement de la ZMEL considérant :

   - une zone de mouillage propre, réservée aux navires équipés de réservoirs et répondant aux normes édictées pour la prévention des rejets en mer

   - sécurisée, car libre de tous navires dès force 7 Beaufort avec alerte avant.

   Le fonctionnement des ZMEL sera structuré par les règlements de police qui seront établit en collaboration avec la DDTM

La volonté du Maitre d'ouvrage est de mettre en place une structure de haut niveau de services, avec interdiction de rejet et récupération des déchets.

Concernant les éléments météorologiques, les études demandées par le Maitre d'ouvrage définissent comme limites, une hauteur de mer de 1 mètre et une force de vent de 35 kts.

9. Le maintien d'une gestion publique des ZMEL est souhaité. La commune a acté que la gestion de la ZMEL sera assurée par les services communaux.

L'ensemble de ces préconisations a été pris en compte par le maître d'ouvrage dans le projet final.

Aujourd'hui, le projet de renouvellement de l'autorisation d'exploitation des ZMELs pour une durée de 2 ans conforte et renouvelle ces engagements.

1.5.5 Prise en compte des contraintes relatives à l'écoulement et à la qualité des eaux

Du fait de ses caractéristiques, le projet n'est pas concerné par les contraintes relatives à l'écoulement des eaux.

En ce qui concerne la qualité des eaux, les aménagements en eux-mêmes (lests, bouées…) ne sont pas de nature à générer de dégradation de la qualité des eaux.

Comme présenté précédemment, la procédure de gestion des zones de mouillage prévoit une sensibilisation de chaque client des ZMELs sur les conditions d'amarrage, incluant un rappel du règlement de la zone et du respect de la réserve des Bouches de Bonifacio. Les consignes transmises concernent en particulier l'ensemble des dispositions qu'il convient d'adopter pour garantir l'absence d'impact sur l'environnement direct : les rejets sont à ce titre contrôlés et sanctionnables.

Par ailleurs, un contrôle visuel est systématiquement réalisé par l'équipe du Port à l'arrivée et la sortie des navires.

On note que le retour d'expérience des 3 premières périodes d'exploitations montre qu'aucun déversement (eaux grises ou noires) n'a jamais été constaté.

1.6 Incidences potentielles du projet

1.6.1 Impacts positifs du projet pour la biodiversité

Préservation des biocénoses

Le principal impact positif attendu sur la biodiversité par l'exploitation des 2 zones de mouillages organisés pour la grande plaisance dans le golfe de Sant'Amanza concerne la **préservation des biocénoses** au droit du périmètre du projet. L'exploitation des ZMEL s'assortit d'une **interdiction de tout mouillage forain** dans leur périmètre, aussi bien pour les navires de grande plaisance que pour les plus petits. Le projet a ainsi pour conséquence **l'arrêt des dégradations des fonds marins** par les ancres et les chaînes des navires sur l'ensemble du périmètre du projet, soit **sur environ 60 ha**, et permettra à terme la **restauration des herbiers de Posidonies à ce niveau**.

Pour rappel, les études menées sur les impacts des ancrages dans le golfe de Sant'Amanza montrent une très forte pression d'ancrage et un impact très important sur les fonds. Ainsi, la surface de matte morte au droit de la plage de Balistra (correspondant à une évaluation maximale de régression de l'herbier) est évaluée à 73 ha, soit 1/5 de la surface initialement occupée.

Suite aux modifications apportées au projet initial, le projet de renouvellement des ZMEL **étend la durée d'exploitation annuelle à 6 mois au lieu de 4**. Cette augmentation de la période d'arrêt de pression d'ancrage permettra une **plus grande protection des fonds** et à terme **l'arrêt de la dynamique régressive de l'herbier** et une possibilité de reconquête spatiale.

Le suivi scientifique commencé en 2022 par l'OEC permettra de suivre l'état de conservation et l'évolution de la couverture surfacique de l'herbier (Cf. §1.7.2.4).

En cela, ce projet participe activement à atteindre l'objectif d'arrêter les dégradations par l'effet du mouillage sur les herbiers fixé pour 2024 par la RNBB.

Maintien des puits de carbone

La pression d'ancrage entraine une régression des herbiers à Posidonie, et, ce faisant, une **diminution de la fixation du carbone**[3].

La création de tranchées par les ancres et l'abrasion générée par le mouvement des chaines de bateaux peut également entrainer un **démantèlement des mattes mortes et une libération du carbone stocké** à ce niveau, parfois depuis plusieurs milliers d'années.

L'augmentation des activités nautiques et en particulier de la grande plaisance dans certains sites de la RNBB constitue ainsi un risque pour le maintien des puits de carbone que sont les mattes d'herbiers.

Le renouvellement de l'exploitation du projet participe à l'arrêt des dégradations des herbiers et des mattes, et ainsi au maintien des puits de carbone sur son périmètre.

Recréation de biodiversité

Les ancrages mis en place sont pourvus d'un **habillage écologique** (ouvrages lestés écoconçus). Ils permettent ainsi de **recréer de la biodiversité** à ce niveau.

[3] Pergent-Martini C., Lehmann L., Monnier B., Barralon E., Pergent G., 2020. Inventaire, caractérisation et conservation des puits de carbone bleu du littoral oriental de la Corse – Rapport final CARBONSINK. Programme CARBONSINK, Université de Corse Pascal Paoli – Équipe Écosystèmes Littoraux – Office Français de la Biodiversité & Office de l'Environnement de la Corse, Corte : 1-71.

Les photos ci-après montrent la colonisation des lests dès le mois de juin 2022 (vue d'un Crenilabre paon).

Photographie 1 : Colonisation des lests sur les ZMEL de Sant'Amanza

Source : Sylvain Pioch, juin 2022

1.6.2 Impacts négatifs du projet sur l'environnement

Risque d'impact sur les herbiers de Posidonie

Les ouvrages lestés écoconçus sont posés uniquement sur **substrat sableux** et en aucun cas sur des biocénoses protégées comme l'herbier de Posidonie ou la matte morte (ni sur de fines couches de sables superposées sur la matte). Aucun impact n'est attendu à ce niveau.

La présence des coffres pourrait néanmoins avoir des incidences sur le milieu marin et en particulier sur les herbiers de Posidonies, notamment en cas de glissement/déplacement de la structure, ou encore s'ils génèrent des modifications de courants à proximité (risque d'ensablement des herbiers par exemple).

Le Maître d'ouvrage s'engage à retirer tout coffre localisé à moins de 50 m de l'herbier de Posidonie en cas d'impact avéré significatif sur celui-ci, telle une régression par rapport à l'état initial démontrée dans le cadre du suivi scientifique réalisé par le gestionnaire de la RNBB (Cf. Mesures de réduction, §1.7.2.4).

L'évaluation des incidences du projet sur Natura 2000 a été réalisée dans le cadre de la demande d'examen au cas par cas. Cette évaluation conclue à l'absence d'incidence du projet sur les sites localisés au droit des ZMEL et à proximité.

Impact sur le paysage sous-marin

La présence de coffres a un impact visuel incontestable sur le paysage sous-marin. Du fait de l'adoption d'ouvrages lestés écoconçus, cet impact est relativisé par la présence d'une certaine biodiversité, visuellement intéressante, autour de la structure et des chaînes.

1.6.3 Impacts du projet sur le patrimoine archéologique immergé

Aucun enjeu archéologique n'est recensé sur la zone d'étude. Le projet n'est pas concerné par cette problématique.

1.7 Mesures prévues par le Maître d'ouvrage pour éviter, réduire, voire compenser les impacts négatifs du projet sur l'environnement

Le maître d'ouvrage s'engage à mettre en place et respecter les mesures présentées ci-après.

1.7.1 Mesures de réduction

La principale mesure de réduction mise en place pendant l'exploitation des ZMEL consiste à **retirer tout coffre localisé à moins de 50 m de l'herbier de Posidonie en cas d'impact significatif avéré** sur celui-ci, telle une régression par rapport à l'état initial démontrée dans le cadre du suivi scientifique réalisé par le gestionnaire de la RNBB. À noter que cette mesure est conforme aux prescriptions de la note du Conseil scientifique de la RNBB du 30/01/2021[4].

Par ailleurs, pour limiter au maximum les impacts sur l'herbier, **des solutions d'éco-conception ont été mises en place sur les coffres** pour en développer l'intérêt écologique et générer un effet positif sur la biodiversité (Cf. §1.2.4.1).

Les photos de colonisation des lests présentées au §1.6.1 illustrent l'efficacité de ces solutions.

1.7.2 Mesures de suivi

1.7.2.1 Mesure de surveillance et de sensibilisation de la zone de mouillage

Le renouvellement de l'exploitation des ZMEL s'assortit d'une prolongation de l'interdiction de mouillage forain dans le périmètre du projet (soit environ 60 ha), aussi bien pour les navires de grande plaisance que pour les plus petits, dans la continuité du projet initial. De la même façon, la pêche de loisir est interdite au sein des ZMEL toute l'année (la pêche professionnelle étant interdite pendant la période d'activité des ZMEL).

Les agents en charge de la gestion des ZMEL sont amenés à **contrôler quotidiennement le respect de la règlementation en vigueur.** Les interventions peuvent porter sur tout élément en lien avec la gestion des ZMEL et l'application du règlement de police.

Une sensibilisation des plaisanciers est assurée par une équipe d'accueil dédiée, à l'entrée du port. Il s'agit de responsabiliser les visiteurs et les inviter à respecter l'environnement et les fonds marins, et ramener leurs déchets au village. Cette sensibilisation inclut un rappel du règlement de la zone et des recommandations concernant le respect de la réserve des Bouches de Bonifacio. Les consignes transmises concernent en particulier l'ensemble des dispositions qu'il convient d'adopter pour garantir l'absence d'impact sur l'environnement direct : les rejets sont à ce titre contrôlés et sanctionnables.

Un contrôle visuel est réalisé systématiquement à l'entrée et en sortie des navires. Les agents peuvent en complément, comme c'est le cas actuellement, procéder au ramassage des déchets abandonnés observés ponctuellement sur site.

1.7.2.2 Suivi de la fréquentation et des effets reports

Le suivi de la fréquentation est assuré au travers de la présence des équipes portuaires les mois de juin, juillet, août et septembre, entre 11 et 18 heures.

[4] Note sur une ZMEL type expérimentale et concertée de grande plaisance dans la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio. Conseil scientifique de la RNBB. 30/01/2021

Ce suivi comprend un comptage des navires de grande plaisance mouillés au sein des ZMEL, ainsi qu'un comptage des navires mouillés à l'extérieur de la limite d'interdiction de mouillage des navires de plus de 24 m, afin d'estimer les potentiels effets reports.

Ces effets reports devraient néanmoins rester faibles puisque les zones potentielles d'accueil se situent de l'autre côté de la limite d'interdiction de mouillage, sur des zones moins attractives (loin de la côte, plus exposées et sur des profondeurs plus importantes).

Un bilan annuel de l'exploitation des zones de mouillage est effectué.

1.7.2.3 Suivi technique et environnemental des ancrages

Un **suivi permanent des ancrages** est réalisé par le gestionnaire de la zone d'équipements légers, afin de s'assurer du bon état des équipements et vérifier le comportement des ancrages. Le positionnement des coffres est notamment étroitement surveillé, afin de vérifier qu'ils ne se déplacent pas sur les fonds marins, au risque d'impacter les biocénoses avoisinantes.

Pour rappel, tout coffre sera démonté et retiré en cas d'impact négatif avéré sur les herbiers de Posidonie et la matte morte (Cf. §1.7.1).

1.7.2.4 Suivi écologique de l'état de conservation de l'herbier de Posidonie

Un suivi scientifique de l'herbier de Posidonie au droit du projet a été mis en place. Porté par l'OEC et mené par Le pôle scientifique du service Aires Protégées de la Mer, des Iles et du Littoral (A.P.M.I.L.), les premières mesures ont été réalisées en 2022 (Cf. Annexe 3).

Ce suivi a pour objet de :

- **vérifier l'absence d'impact des coffres sur l'herbier de Posidonies (régression)**, en mesurant la vitalité de l'herbier, la distance aux ancrages et en réalisant un état des lieux photographiques au droit de chaque ancrage ;
- **étudier la couverture surfacique de l'herbier** sur la zone, afin d'analyser et de vérifier l'arrêt de la dynamique régressive et la reconquête spatiale de l'herbier. Il permet ainsi de vérifier l'efficacité de la protection de l'herbier par la mise en place des ZMEL et l'arrêt des impacts générés par les ancres des navires.

Le protocole et les modalités de réalisation du suivi et des mesures sont définis dans l'arrêté préfectoral (Cf. Annexe 1, article 12) et suivent les préconisations du conseil scientifique de la RNBB et les travaux de Pergent (2007).

Ce protocole scientifique définit les opérations à réaliser induisant les dispositifs nécessaires à la mise en place du suivi (balisage de carrés permanents et de limites d'herbier) et devant être placés sur l'ensemble des zones d'implantation de coffre d'amarrage (dont la bouée météorologique). Ceci, à l'exception de l'emplacement 5 (A2), positionné à plus de 50 m d'un herbier. Soit un total de 14 sites équipés en fonction de leur distance à l'herbier de la manière suivante :

- Pour chaque coffre situé à moins de 50 des herbiers, c'est-à-dire les points : 1 (X), 2 (X1), 3 (X2), 4 (A1), 6 (A3), 7 (B2), 8 (A4), 9 (A5), 10 (A7), 11 (A6), 12 (A8), 13 (A9) et 14 (B5), le protocole prévoit :
  - sur un diamètre de 50 m à partir de la limite extérieure de chaque coffre : 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions, plus une station de référence éloignée des coffres d'amarrage pour chaque ZMEL ;
  - le balisage des limites de l'herbier autour de chaque coffre d'amarrage ;
  - une séries de mesures réalisées in situ dans chaque carré permanant : densité de faisceaux, recouvrement, % de rhizomes plagiotropes, déchaussement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique.

- Pour chaque coffre dont la limite extérieure était initialement prévue à une distance de moins de 20 mètres d'un herbier, c'est-à-dire les points 1 (X), 2 (X1), 8 (A4), 9 (A5), 10 (A7), 11 (A6), 13 (A9) et 14 (B5) viennent s'ajouter :
  - la micro-cartographie annuelle des limites d'herbiers et vérification du balisage deux fois par an.
  - le suivi de l'évolution de la granulométrie et matière organique.
  - Pour chaque coffre d'amarrage située à une distance de plus de 50 mètres des herbiers (coffre 5 (A2)) :
  - Suivi général de l'herbier de Posidonies aux alentours du coffre d'amarrage.

L'APMIL a réalisé ce suivi en 2022 avec pour objectif de contrôler les indicateurs de l'état de conservation des herbiers sur la zone en comparaison avec l'état initial réalisé en 2021 (Creocean, 2021) avant la mise en place des 14 coffres d'amarrage (plus la bouée météorologique).

Les méthodes d'investigation adoptées dans le cadre de cette étude ont été choisies, dans un premier temps, pour répondre à la nécessité d'une surveillance à long terme des limites des herbiers autour des coffres ; ces limites constituent des secteurs particulièrement sensibles à toutes modifications du milieu pouvant être induites par les coffres d'amarrage. Ce travail a nécessité un renforcement du dispositif de suivi sous l'eau. Ces mesures ont été complétées par l'analyse de descripteurs traduisant la vitalité de l'herbier avec un effort d'échantillonnage plus robuste en 2022, pour certains paramètres relevés in situ.

Suite à ce premier suivi réalisé en 2022, une **adaptation des modalités et du protocole de suivi** est proposée pour prendre en compte les demandes des équipes de l'OEC et du CSRPN avec validation du conseil scientifique de la RNBB. Il s'agit notamment de décomposer le suivi en 2 temps, avec un suivi allégé tous les 2 ans et un suivi complet tous les 5 ans, et de réaliser une cartographie de l'ensemble de la baie de Balistra en haute résolution pour suivre l'évolution de l'herbier (Cf. §1.4.1).

Un rapport scientifique complet sera donc établi tous les 5 ans.

1.7.2.5 Suivi de la qualité des eaux et des sédiments

Comme demandé dans l'arrêté d'autorisation du projet initial (Cf. Annexe 1), un suivi de la qualité du milieu sera réalisé, ciblé sur la qualité de l'eau et des sédiments.

Ce suivi sera réalisé conformément aux dispositions de l'article 11 de l'arrêté (suivi en période d'exploitation).

2 Devis des dépenses envisagées

Une première analyse économique a été menée dans le cadre de l'étude de faisabilité du projet. Elle a été mise à jour sur la base de l'étude technique qui a été réalisée dans l'objectif d'optimiser les possibilités d'amarrage des ZMEL sans créer de coffre supplémentaire.

Il a ainsi été étudié :

- le passage de bateaux de 40 m à 45 m sur les petits coffres ;
- le passage de bateaux de 60 m à 70 m sur les grands coffres.

Cette analyse introduit ainsi l'actualisation des recettes de mouillage pour le Port, au regard des nouvelles conditions d'amarrage des navires par taille et par bouée, en prenant en compte le retour d'expérience de la première phase d'exploitation des ZMEL. La grille tarifaire de 2024 a été intégrée dans cette nouvelle version.

Les éléments présentés ici sont issus des résultats de cette étude.

2.1 Hypothèses générales

Les conditions d'exploitation prises en compte dans l'analyse sont les suivantes :

- Exploitation dite **« pleine saison »** à partir de 2025, en considérant un niveau de service ayant atteint son rythme de croisière.
- Occupation des bouées : hypothèse **Météo** correspondant à une perte d'attractivité moyenne de -5% de fréquentation sur le site, répartie sur la période (lissage des taux d'occupation).
- Ouverture des ZMEL du **1er mai au 30 octobre et exploitation projetée sur 2 ans**.
- Parti pris sur le volet organisationnel : exploitation par le service portuaire en régie.
- **Lissage des coûts d'investissement** et prise en compte des **amortissements**, de **l'entretien** et la **maintenance** (amortissement des investissements sur 15 ans) à compter de 2021 (mise en service des ouvrages). Cette durée d'amortissement correspond à la moyenne des durées de vie estimées des éléments composant les installations.
- **L'optimisation** de chaque bouée est estimée à **70%** (par exemple pour une bouée pouvant recevoir des navires jusqu'à 40 m, la longueur moyenne prise en compte dans nos hypothèses est de 70% x 40 m soit 32 m). Nous estimons donc une utilisation à 70% de la capacité maximale de chaque bouée.

2.2 Hypothèses de calcul des recettes

2.2.1 Taux de fréquentation des bouées et tarification par catégorie de navire (30 m, 45 m, 70 m)

2.2.1.1 Taux d'occupation des bouées

Les 14 coffres de mouillage se répartissent comme suit :

Figure 11 : Hypothèses d'offre de services et de fréquentation des 14 bouées

					Nombre de bouées/taille		
					8	4	2
			Simulation		30m	45m	70m
HYPOTHESES	14 Bouées		2025	2025	taille 1	taille 2	taille 3
fréquentation %	Occupation	jours/mois	nbre de navires /j	nav/mois	40%	35%	25%
1%	mai	0	0,3	0	0	0	0
5%	juin	2	1,0	2	1	1	0
10%	fin juin	3	2,0	6	2	2	2
20%	deb juill	6	4,0	25	10	9	6
35%	fin juill	11	7,0	76	30	27	19
50%	deb aout	16	11,0	171	68	60	43
40%	fin aout	12	8,0	99	40	35	25
10%	deb sept	3	0,4	1	0	0	0
5%	sept	2	1,0	2	1	1	0
1%	oct	0	0,3	0	0	0	0
	total saison		**35**	**381**	**152**	**133**	**95**

Par prudence, les simulations comprennent un taux de réduction des fréquentations de 5% sur tous les coffres, en saison à risque de mauvaise météo.

2.2.1.2 Tarification appliquée

La tarification appliquée par 24h pour chaque catégorie de bateau est la suivante, tarification au m², longueur et largeur hors tout du navire, TVA 20 % incluse (de 11h à 11h). La grille appliquée est celle de 2024.

Figure 12 : Tarification au m², longueur et largeur hors tout du navire, TVA 20% incluse

Sant'Amanza mooring - Passage 2024 -						
TRANCHE	SURFACE prix calculé au m²	Du 21/10 au 01/11	Du 01/05 au 09/06 et du 16/09 au 20/10	Du 10/06 au 30/06 et du 01/09 au 15/09	Du 01/07 au 10/07 et du 26/08 au 31/08	Du 11/07 au 25/08
		NUIT	NUIT	NUIT	NUIT	NUIT
1	< 150m2	0,55 €	0,95 €	1,15 €	1,25 €	1,40 €
2	> à 150m² à 300m²	0,60 €	1,15 €	1,30 €	1,50 €	1,65 €
3	> à 300m² à 600m²	0,65 €	1,35 €	1,50 €	1,85 €	2,05 €
4	> à 600m² à 750m²	0,70 €	1,50 €	1,65 €	2,15 €	2,40 €
5	> à 750m²	0,75 €	1,65 €	1,75 €	2,50 €	2,75 €

* De 11h à 11h

2.2.2 Produits annuels du service (estimation 2025)

Les recettes facturées sur la base de ces hypothèses représentent un **total de 169 K€ HT** estimés pour l'année 2025.

2.3 Budget prévisionnel 2025

L'équilibre budgétaire estimé dans une première approche pour 14 bouées sur le même site aménagé correspond à un équilibre portant un excédent net. L'année 2025 a été simulée selon l'hypothèse d'une optimisation de 70% des recettes du service.

Une redevance est versée par le Port sur la base d'une part fixe de 6 440 € par an et d'une part variable de 2,5% du chiffre d'affaires par an. Celle-ci est considérée stabilisée à ce stade.

Les recettes perçues par les services de l'État seront simulées dans la prospective à l'horizon 2040.

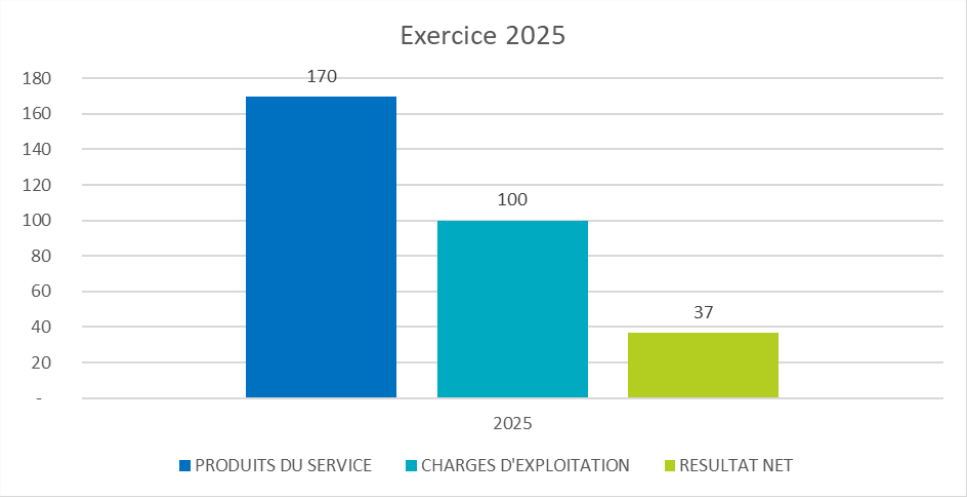
Tableau 7 : Budget estimé en K€ HT

SYNTHESE BUDGETAIRE D'EXPLOITATION	
KEUR HT	**2025**
Budget estimé - montant annualisé	
PRODUITS DU SERVICE	170
Subvention aux investissements	85
PRODUITS DU SERVICE + SUBVENTION	*255*
CHARGES D'EXPLOITATION	100
Résultat intermédiaire hors AMORTISSEMENTS	155
Dotation aux amortissements techniques (DAT)	100
CHARGES DE FONCTIONNEMENT + DAT	*200*
RESULTAT D'EXPLOITATION	55
IS (33%)	18
RESULTAT NET	37
Detail des revenus de la fiscalité :	
Dont redevance (PF annuelle actuelle)	6,4
Dont Redevance PV 2,5%/CA HT /an	4,25
Dont TVA (20%)	34
Total Finances Publiques estimé	***63***

Le résultat estimé est de 55 K€ HT pour l'année 2025. L'IS correspond à 18 K€ sur l'année 2025.

Ci-dessous, le graphique présente la synthèse du résultat budgétaire estimé, soit un **résultat net de 37 K€ HT en 2025**. Ceci sera la base de la prospective budgétaire 2025-2040.

Figure 13 : Budget prévisionnel K€ HT 2025



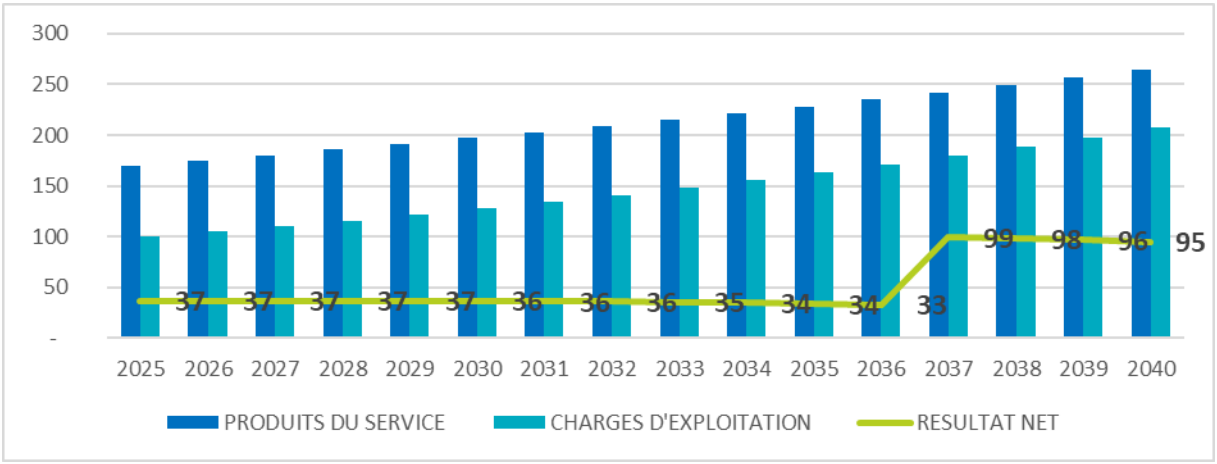
2.4 Prospective à 15 ans du service (2025-2040)

2.4.1 Résultats d'exploitation

Sur la base d'une hypothèse d'évolution des produits de 3% par an et de 5% des charges par an, comprenant la hausse de la fréquentation, l'inflation tarifaire, et toutes choses étant égales par ailleurs, nous obtenons une prospective à horizon 2040 (date de mise en service en 2021) comme présenté ci-dessous. Le résultat d'exploitation est en moyenne de 76 K€ par an.

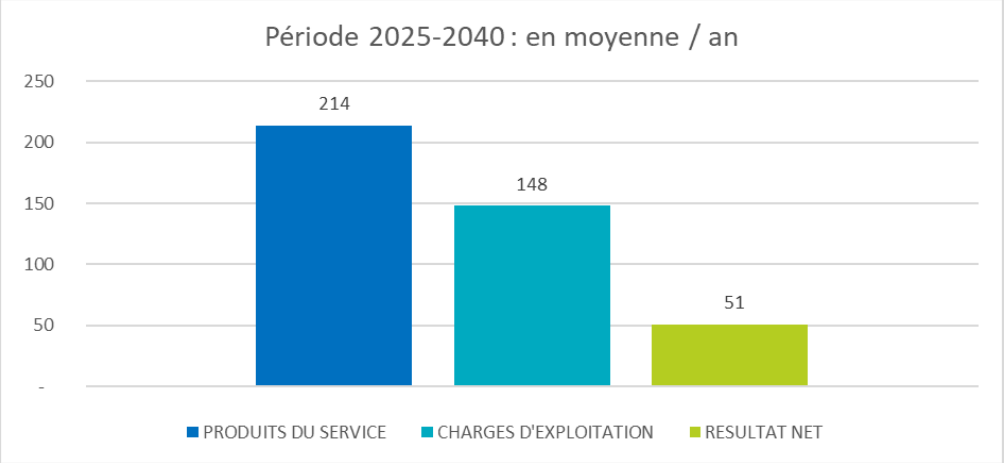
La courbe du résultat net s'améliore en fin de période d'amortissement.

Figure 14 : Prospective à 15 ans (2025-2040)



Les **recettes annuelles moyennes** sur la période sont estimées à **214 K€ HT/an** pour des **charges moyennes d'exploitation** de **148 K€ HT/an.**

Figure 15 : En moyenne annuelle sur la période

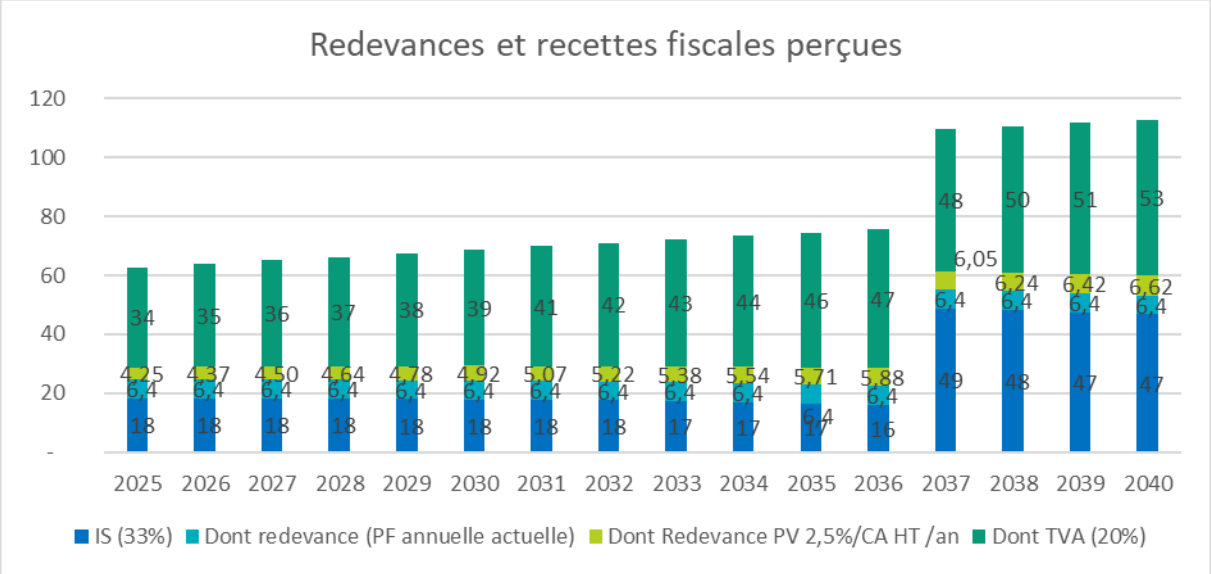


2.4.2 Recettes publiques perçues

Entre 2025 et 2040, la redevance versée par le Port correspond à 80 K€ en moyenne par an, soit 1 275 K€ en cumulé. De la même manière, la TVA versée à l'État est estimée à 685 K€ (42 K€ moyenne / an) ; l'Impôt sur les sociétés à 402 K€ en cumulé (25 K€ en moyenne par an).

Ci-dessous le détail des recettes perçues et reversées aux financeurs publics :

Figure 16 : Recettes publiques, taxes et redevances perçues sur le service à horizon 2040



3 Notice descriptive des installations

La présente demande concerne le renouvellement de l'exploitation des ZMEL existantes.

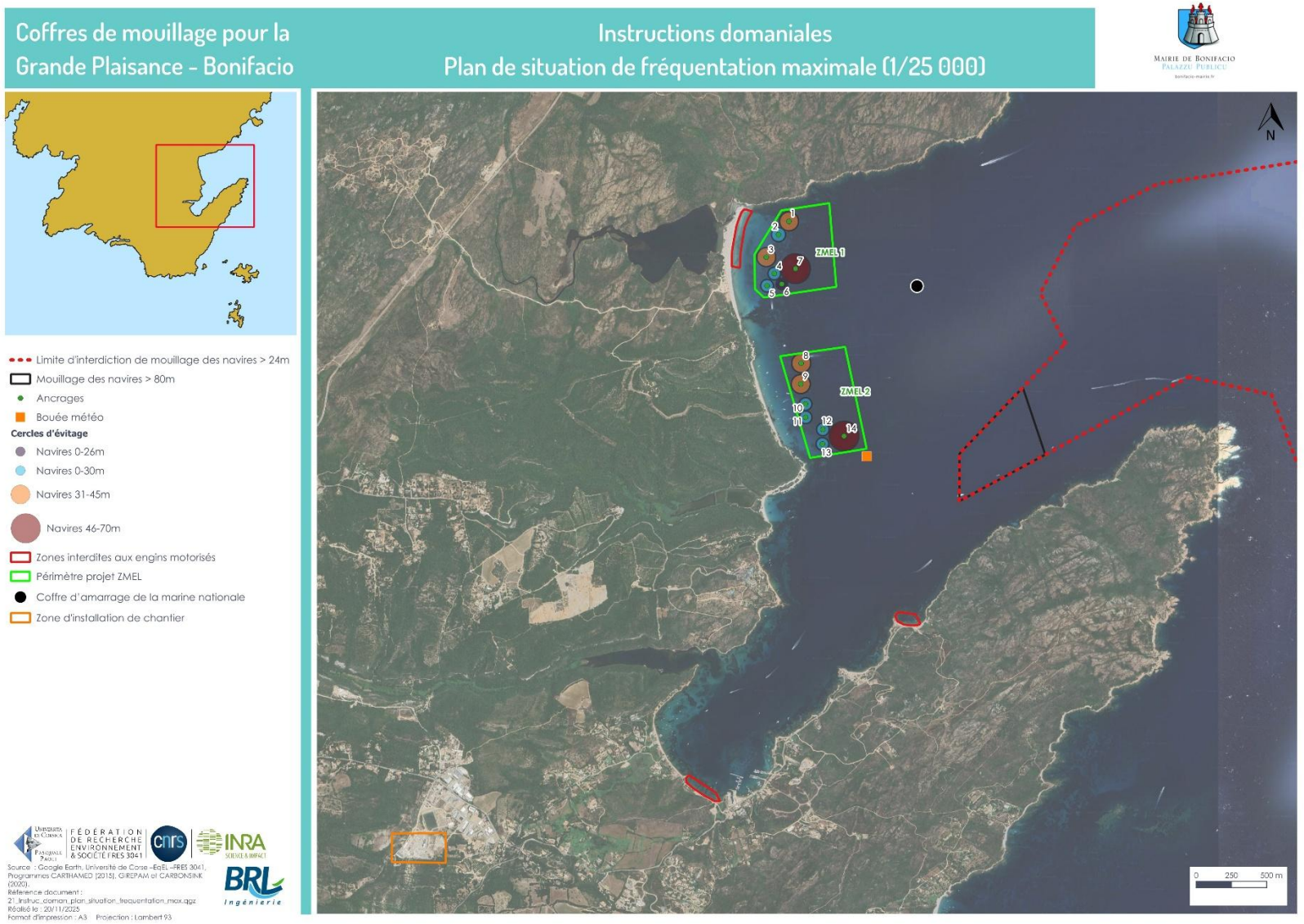
Les caractéristiques des ZMEL et des ouvrages tels que mis en place dans le cadre de l'autorisation initiale sont détaillés au §0.

4 Plan de situation et plans détaillés de la zone

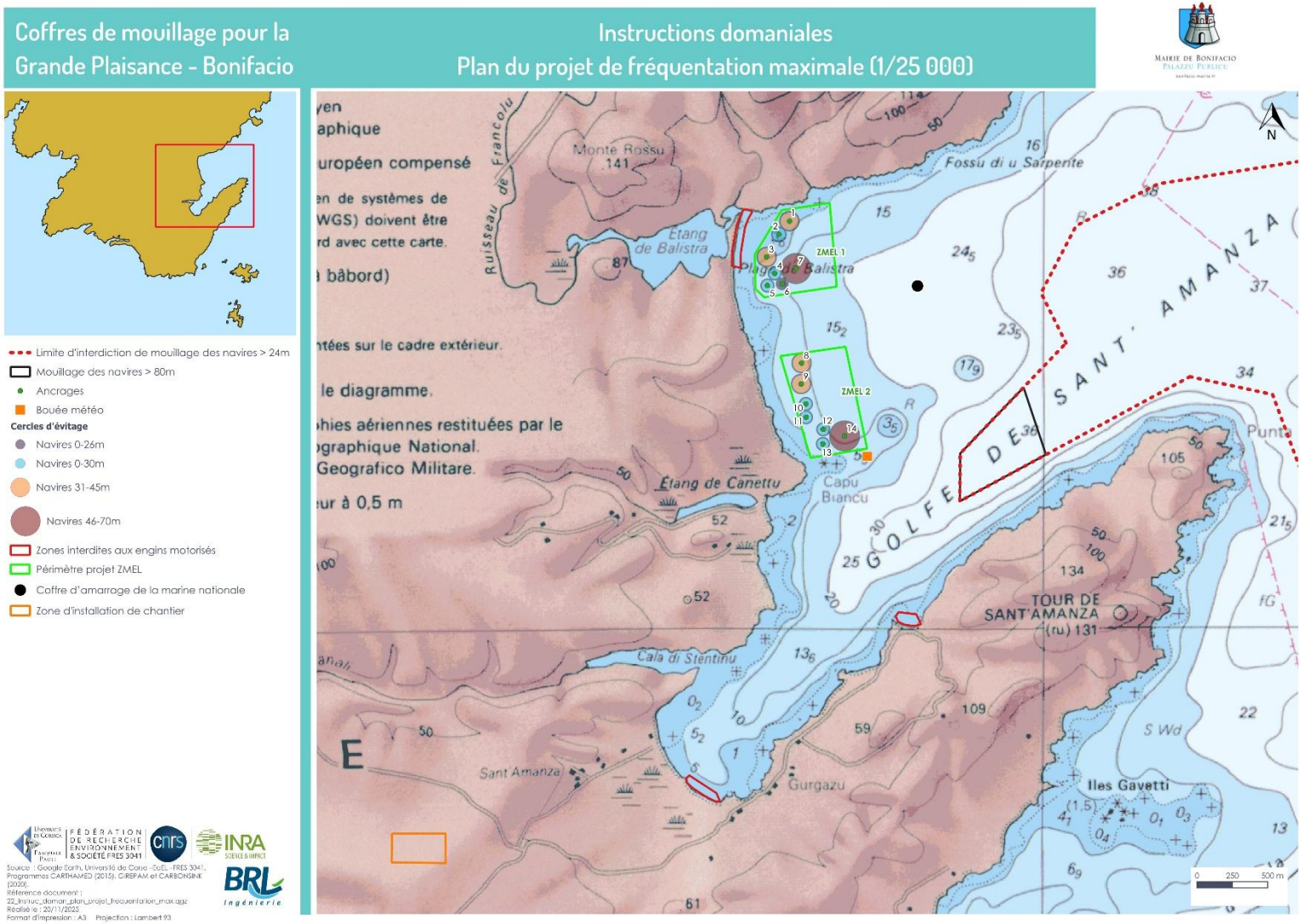
En pages suivantes sont présentées :

- une carte de localisation du projet;
- le plan du projet (périmètre des ZMEL, localisation des ancrages, zone de stockage hivernal du matériel);
- le plan du projet zoomé, intégrant les coordonnées des ancrages et des périmètres de ZMEL.

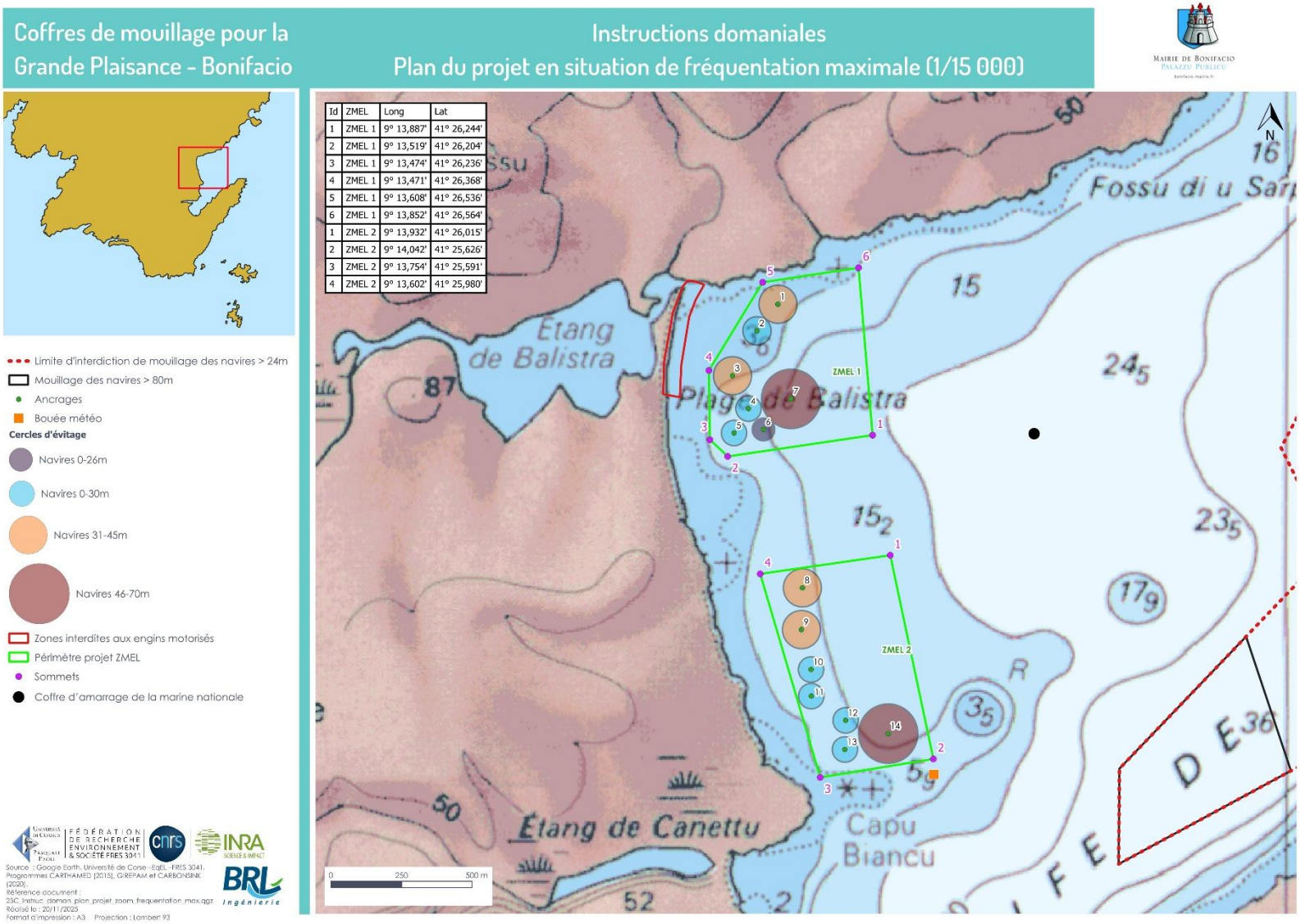
Carte 5 : Plan de situation du projet au 1/25 000



Carte 6 : Plan de situation du projet au 1/25 000 (fond SHOM)



Carte 7 : Plan de situation du projet en situation d'occupation maximale au 1/15 000



5 Décision de l'autorité environnementale à l'issue de la demande d'examen au cas par cas

Suite à la demande d'examen au cas par cas présentée par le maître d'ouvrage le 17 août 2023, **l'Autorité environnementale a décidé que le projet de renouvellement de la ZMEL de grande plaisance de Sant'Amanza sur le territoire de Bonifacio n'était pas soumis à étude d'impact**.

L'arrêté n°F09423P075 du 18 décembre 2023 portant décision d'examen au cas par cas est présenté en pages suivantes.

PRÉFET
DE CORSE
Liberté
Égalité
Fraternité

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Corse

Arrêté n°F09423P075 du 18 DEC. 2023

Portant décision d'examen au « cas par cas » relatif au projet de renouvellement de la ZMEL de grande plaisance de Sant'Amanza, sur le territoire de la commune de BONIFACIO, en application de l'article R. 122-3-1 du code de l'environnement

Le préfet de Corse,
Chevalier de la Légion d'honneur
Officier de l'Ordre national du Mérite

Vu la directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 modifiée concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, notamment son annexe III ;

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 122-1, R. 122-2 et R. 122-3-1 ;

Vu le décret du Président de la République du 15 février 2022 portant nomination du préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud (hors classe) – M. Amaury de SAINT-QUENTIN ;

Vu l'arrêté ministériel du 12 avril 2023 nommant Monsieur Jean-François BOYER, ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts, en qualité de directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Corse à compter du 15 mai 2023 ;

Vu l'arrêté préfectoral n° R20-2023-05-17-00002 du 17 mai 2023 portant délégation de signature à Monsieur Jean-François BOYER, directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Corse ;

Vu l'arrêté préfectoral n° R20-2023-12-08-0000 du 08 décembre 2023 portant subdélégation de signature à des agents de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Corse ;

Vu la demande d'examen au cas par cas, préalable au projet de renouvellement de la ZMEL de grande plaisance de Sant'Amanza, sur le territoire de la commune de BONIFACIO, présentée le 17 août 2023 par la Commune de Bonifacio, représentée par M. le Maire Jean-Charles ORSUCCI, complétée le 13 novembre 2023 ;

Vu l'avis de l'Agence Régionale de Santé de Corse en date du 29 août 2023 ;

Vu l'arrêté n°F09421P024 portant décision d'examen au cas par cas concernant le projet initial de création des deux zones de mouillages ;

Considérant la nature du projet qui consiste au renouvellement, pour une durée de 15 ans, de la ZMEL de grande plaisance de Sant'Amanza, sur le territoire de la commune de BONIFACIO ;

Considérant que le projet relève de la rubrique 9°d *« Zones de mouillages et d'équipements légers »* du tableau annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement ;

Considérant la localisation du projet :

- au sein des sites Natura 2000 « Iles Lavezzi, Bouches de Bonifacio » (Directive Oiseaux) et « Bouches de Bonifacio, Iles des Moines » (Directive Habitats, Faune, Flore),
- au sein du Parc Naturel Marin des Bouches de Bonifacio,
- au sein de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio,
- à 115 m de la ZNIEFF de type I « Rocchi Bianchi »,
- à proximité de 5 espaces remarquables et caractéristiques identifiés dans le PADDUC ;

Considérant que le renouvellement de la ZMEL est prévu pour 15 ans à compter de l'année 2024, que le nombre de bouées est identique à celui de l'exploitation réalisée sur les trois dernières années, que la répartition des bouées sera modifié comme suit :

- 8 bouées pour les navires inférieurs à 30 m,
- 4 bouées pour les navires de 31 à 45 m,
- 2 bouées pour les navires de 46 à 70 m ;

Considérant que l'exploitation de la ZMEL est prévue du 1er mai au 30 octobre ; que, hors période d'exploitation, les bouées et chaînes seront stockées sur un terrain communal à terre ;

Considérant que le projet ne prévoit aucune autre modification d'exploitation que celles précitées ;

Considérant que les mesures de suivi mises en œuvre pour l'exploitation précédente seront reconduites, qu'en cas d'impact avéré sur les herbiers de Posidonie, la commune s'engage à retirer les lests en béton concernés ;

Considérant que l'augmentation de la taille maximale des bateaux de 60 à 70 m a été prise en compte au sein de l'étude paysagère, qu'il n'en ressort pas d'incidence notable sur le paysage environnant ;

Considérant que, au regard de l'ensemble des éléments fournis par le pétitionnaire et des connaissances disponibles à ce stade, le projet n'est pas susceptible d'avoir des impacts notables sur l'environnement.

Sur proposition du directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement

ARRÊTE

Article 1er – Le projet de renouvellement de la ZMEL de grande plaisance de Sant'Amanza, sur le territoire de la commune de BONIFACIO, faisant l'objet du présent arrêté **n'est pas soumis à étude d'impact**, en application de la section première du chapitre II du titre II du livre premier du code de l'environnement.

Article 2 – La présente décision, délivrée en application de l'article R. 122-3-1 du code de l'environnement, ne dispense pas des autorisations administratives auxquelles le projet peut être soumis.

Article 3 – Le présent arrêté est publié sur le site internet de l'autorité environnementale.

Article 4 – Le secrétaire général pour les affaires de Corse et le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Corse sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Pour le préfet et par délégation,

Le chef de l'Unité Biodiversité Aquatique et Terrestre

Fabrice TORRE

Voies et délais de recours

— Recours administratif préalable obligatoire : à adresser à monsieur le préfet de Corse, Palais Lantivy, BP 401 – 20188 Ajaccio Cedex 1. Ce recours doit être obligatoirement introduit avant tout recours contentieux sous peine d'irrecevabilité de ce dernier. Formé dans un délai de deux mois à compter de la notification de la décision, il a pour effet de proroger le délai de recours contentieux.
— Recours contentieux : à adresser au Tribunal administratif de Bastia, Villa Montepiano, 20 407 BASTIA. Le Tribunal administratif de Bastia peut également être saisi par l'application « Télérecours citoyens » accessible par le site www.telerecours.fr. Le recours contentieux peut être introduit dans un délai de deux mois à compter du rejet du recours administratif préalable obligatoire.

ANNEXES

Annexe 1. Arrêté inter-préfectoral n°2A-2021-05-31-00001 du 31 mai 2021 portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime

PRÉFET
DE LA CORSE-
DU-SUD

Liberté
Égalité
Fraternité

Direction départementale
des territoires et de la mer

Ajaccio, le - 4 JUIN 2021

Objet : Notification d'autorisation d'occupation temporaire du DPM
N° 2A-2021-05-31-00001
N° 155/2021/SML

Monsieur le maire,

Je vous prie de bien vouloir trouver ci-joint l'arrêté inter-préfectoral et ses annexes portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime qui vous a été accordée pour mettre en place et exploiter 14 coffres d'amarrage dédiés à la grande plaisance ainsi qu'une bouée météorologique dans le golfe de Sant'Amanza.

Vous pouvez par conséquent prendre toutes les mesures nécessaires au démarrage de l'exploitation de ces coffres d'amarrage dédiés à la grande plaisance dans le respect des conditions et prescriptions prévues dans le titre d'occupation.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le maire, l'expression de ma considération distinguée.

Le Directeur Adjoint
délégué à la Mer et au Littoral
de Corse du Sud

Riyad DJAFFAR

Monsieur le maire de Bonifacio
Place de l'Europe
20169 BONIFACIO

Direction départementale des territoires et de la mer- Terre plein de la gare- 20302 Ajaccio cedex 9
Standard : 04.95.29.09.09 - Fax : 04 95 29 09 49
Adresse électronique : ddtm@corse-du-sud.gouv.fr

Directeur Départemental des Territoires et de la Mer de la Corse-du-Sud

2A-2021-05-31-00001

31/05/2021 : M.Pascal LELARGE

Arrêté inter-préfectoral portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime le long du littoral de la commune de Bonifacio pour la mise en place de deux zones de mouillage composées de coffres d' amarrage dédiés aux navires de 24 mètres et plus et d'une bouée météorologique dans le golfe de Sant'Amanza

PRÉFET
MARITIME
DE LA MÉDITERRANÉE
Liberté
Égalité
Fraternité

PRÉFET
DE LA CORSE-
DU-SUD
Liberté
Égalité
Fraternité

Préfecture maritime de la Méditerranée
Division « Action de l'État en Mer »

Direction départementale
des territoires et de la mer
Service de la Mer et du Littoral

Arrêté inter-préfectoral n° **du** 31 MAI 2021

portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime le long du littoral de la commune de Bonifacio pour la mise en place de deux zones de mouillage composées de coffres d'amarrage dédiés aux navires de 24 mètres et plus et d'une bouée météorologique dans le golfe de Sant' Amanza.

Le Préfet maritime de la Méditerranée
Le Préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud

Vu la convention internationale du 20 octobre 1972 sur la sauvegarde de la vie humaine en mer dite « convention SOLAS » ;

Vu le règlement international pour prévenir les abordages à la mer ;

Vu le code général de la propriété des personnes publiques, notamment ses articles L.2122-1 à L.2122-4 et R.2122-1 à R.2122-7 ;

Vu le code général des collectivités territoriales ;

Vu le code pénal, notamment ses articles L.131-13 et R.610-5 ;

Vu le code du tourisme, notamment son article L.341-10 ;

Vu le code de l'environnement ;

Vu la loi n°86-2 du 3 janvier 1986 modifiée relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral ;

Vu la loi n°95-101 du 2 février 1995 modifiée relative au renforcement de la protection de l'environnement ;

Vu la loi 2011-1749 du 05 décembre 2011 relative au plan d'aménagement et de développement durable de la Corse (PADDUC) ;

Vu le décret du 23 septembre 1999 portant création de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio ;

Vu le décret n°84-810 du 30 août 1984 modifié, relatif à la sauvegarde de la vie humaine en mer, à la prévention de la pollution, à la sûreté et à la certification sociale des navires ;

Vu le décret n°2004-112 du 6 février 2004 modifié relatif à l'organisation de l'action de l'État en mer ;

Vu le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et les départements ;

Vu le décret n°2009-1484 du 3 décembre 2009 modifié relatif aux directions départementales interministérielles ;

Vu le décret du 24 juillet 2019 portant nomination d'officiers généraux, et notamment son article 3 portant nomination du préfet maritime de la Méditerranée – M. le vice-amiral d'escadre Laurent ISNARD ;

Vu le décret du Président de la République du 29 juillet 2020 portant nomination de M. Pascal LELARGE, préfet hors classe, en qualité de préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud ;

Vu le décret du Président de la République du 29 août 2019 nommant M. Arnaud GILLET en qualité de Sous-préfet de Sartène ;

Vu l'arrêté ministériel du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires et son règlement annexé ;

Vu l'arrêté ministériel du 19 juillet 1988 modifié relatif à la liste des espèces végétales marines protégées ;

Vu l'arrêté ministériel du 27 mars 1991 relatif au balisage et à la signalisation dans la bande littorale maritime des 300 mètres ;

Vu l'arrêté ministériel du 30 novembre 2017 portant définition du système de balisage maritime et de son référentiel nautique et technique ;

Vu l'arrêté préfectoral n°19/2018 du 14 mars 2018 modifié réglementant la navigation et la pratique de plongée sous-marine le long du littoral des côtes françaises de Méditerranée ;

Vu l'arrêté préfectoral n° 155/2016 du 24 juin 2016 réglementant le mouillage des navires dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée ;

Vu l'arrêté préfectoral n°123/2019 du 3 juin 2019 fixant le cadre général du mouillage et de l'arrêt des navires dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée ;

Vu l'arrêté préfectoral n°206/2020 du 14 octobre 2020 réglementant le mouillage et l'arrêt des navires de 24 mètres et plus au droit du département de Corse-du-Sud dans le périmètre de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio ;

Vu la délibération 15/235 AC de l'assemblée de Corse du 02 octobre 2015 portant approbation du PADDUC ;

Vu la délibération en date du 14 décembre 2020 du conseil municipal de la commune de Bonifacio qui approuve le projet de mise en place de 16 coffres de grande plaisance dans le golfe de Sant'Amanza et qui autorise le maire à rechercher des financements auprès des organismes concernés et à signer tout document nécessaire à la réalisation de ces opérations ;

Vu la demande d'autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime formulée le 08 mars 2021 par la commune de Bonifacio représentée par son maire en exercice monsieur Jean-Charles ORSUCCI ;

Vu l'avis de la directrice régionale des finances publiques de Corse et du département de Corse du Sud en date du 30 mars 2021 fixant les conditions financières de l'occupation ;

Vu l'avis favorable avec réserves du comité consultatif de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio en date du 16 avril 2021 ;

Vu l'avis favorable de la commission nautique locale en date du 13 avril 2021 ;

Vu l'avis conforme favorable du commandant de zone maritime Méditerranée en date du 27 mai 2021 ;

CONSIDÉRANT que l'action de mouiller et de s'arrêter des navires français et étrangers dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée constitue des actions relevant de la police de la navigation et de l'ordre public en mer relevant de la compétence du préfet maritime ;

CONSIDÉRANT que le mouillage s'entend comme le fait d'immobiliser le navire à l'aide d'une ancre reposant sur le fond de la mer, excluant ainsi l'amarrage sur un coffre ou une bouée, lequel constitue un arrêt de la navigation ;

CONSIDÉRANT que le mouillage ou l'arrêt est de la responsabilité du capitaine du navire ou de toute personne exerçant la responsabilité ou la conduite du navire ;

CONSIDÉRANT que l'arrêt du navire comprend également le positionnement dynamique ;

CONSIDÉRANT les obligations de la France en matière de conservation du bon état écologique des eaux, des habitats et du bon fonctionnement des écosystèmes marins ;

CONSIDÉRANT les études scientifiques communiquées au préfet maritime montrant l'aggravation de la dégradation des herbiers de posidonie liée au mouillage des navires de grande taille (au-delà de 24 mètres) ;

CONSIDÉRANT la nécessité de fixer des zones de mouillage compatibles avec la sécurité de la navigation, la sûreté de l'État et la protection des espèces protégées ;

CONSIDÉRANT que le mouillage des navires de 24 mètres et plus est interdit dans les secteurs définis par l'arrêté préfectoral n° 206/2020 du 14 octobre 2020 susvisé ;

CONSIDÉRANT que le mouillage des navires de longueur supérieure ou égale à 80 mètres est également réglementé par l'arrêté préfectoral n° 155/2016 du 24 juin 2016 susvisé ;

CONSIDÉRANT la nécessité d'organiser le stationnement des navires de grande plaisance, en vue de préserver les fonds sous-marins et d'améliorer la gestion de la fréquentation, l'organisation des usages sur le plan d'eau et l'accueil des plaisanciers dans le golfe de Sant Amanza au sein de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio sur la commune de Bonifacio ;

CONSIDÉRANT que l'organisation des mouillages des navires de plaisance sur le domaine public maritime répond à la nécessité d'assurer la sécurité de tous les usagers de la mer et est compatible avec les autres activités maritimes exercées le long du littoral ;

CONSIDÉRANT que les formalités de publicité relatives aux demandes d'occupation à vocation économique ont été dûment accomplies ;

CONSIDÉRANT que ces coffres d'amarrage pour les navires de 24 mètres et plus présentent un caractère d'intérêt public certain ;

Sur proposition du sous-préfet de Sartène,

ARRÊTENT

Article 1er – Bénéficiaire

La commune de Bonifacio, représentée par son maire, Monsieur Jean-Charles ORSUCCI, ci-après désignée par le terme « bénéficiaire », est autorisée à occuper le domaine public maritime de manière temporaire pour d'organiser en mer, dans le golfe de Sant'Amanza, deux zones de mouillage d'une capacité totale de 14 coffres d'amarrage dédiés aux navires de grande plaisance d'une longueur hors tout de 24 mètres et plus, sur une surface totale de 601 433 m², et pour implanter une bouée météorologique, suivant les conditions du présent arrêté.

Article 2 – Nature de l'autorisation

La présente autorisation est précaire et révocable, conformément aux articles L.2122-2 et L.2122-3 du code général de la propriété des personnes publiques.

Elle n'est pas constitutive de droits réels au sens des articles L.2122-6 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques.

Elle est strictement personnelle et ne peut donc pas faire l'objet d'une cession au bénéfice d'une tierce personne.

Le bénéficiaire de l'autorisation ne peut ni déléguer, ni sous-traiter la gestion des zones de mouillage. Toutefois, il peut faire appel à des prestataires pour fournir des services nécessaires à l'exploitation et à l'entretien des postes d'amarrage ainsi que toutes prestations nécessaires à la mise en place ou au relèvement des équipements des zones de mouillage.

Lorsque le bénéficiaire promeut ses activités via un site internet, il rend le présent arrêté et le plan d'implantation librement consultables par des liens directement accessibles sur la page d'accueil du site.

Pendant la durée de cette autorisation, les installations et équipements des zones de mouillage restent propriété du bénéficiaire et ne doivent pas entraîner une modification irréversible du site. Ils sont réalisés en conformité avec les dispositions réglementaires applicables, notamment celles du chapitre Ier du titre II du livre premier du code de l'urbanisme « Aménagement et protection du littoral ».

Article 3 – Durée de l'autorisation

L'autorisation est valable du 15 juin 2021 au 31 octobre 2023 dans les conditions fixées par le présent arrêté.

Cette durée inclut :
- la période de pose des équipements prévus pour que la zone de mouillage soit opérationnelle (corps-morts, lignes d'amarrage, coffres d'amarrage, bouées intermédiaires de sub-surface, bouée météorologique) ;
- la période d'exploitation ;
- la période de démontage et d'enlèvement. Seuls les dispositifs d'ancrage (corps-morts ou, ancrages vissés ou scellés) seront maintenus en place hors période d'exploitation.

La période d'exploitation est fixée annuellement selon les périodes suivantes :
- du 15 juillet 2021 au 30 septembre 2021 ;
- du 01 juin 2022 au 30 septembre 2022 ;
- du 01 juin 2023 au 30 septembre 2023.

La période de pose des équipements commence un mois avant la période d'exploitation.

La période de démontage et d'enlèvement se termine un mois après la fin de la période d'exploitation.

La présente autorisation est transitoire avant établissement d'un dispositif à long terme. Elle exclut la tacite reconduction.

Le présent arrêté entre en vigueur au 15 juin 2021.

Article 4 – Définition, périmètre de l'autorisation et description des installations

L'occupation est circonscrite aux deux (2) zones figurant sur le plan annexé, pour une surface totale de 601 433 m².

Ces zones de mouillage sont délimitées par une ligne reliant les points de coordonnées géodésiques WGS84 (en degrés et minutes décimales) et précisés ci-dessous et sur le plan en annexe II :

ZONE 1 :

superficie : 301 377 m²

Point	Longitude	Latitude
1	E 9° 13.887'	N 41° 26.244'
2	E 9° 13.518'	N 41° 26.203'
3	E 9° 13.473'	N 41° 26.235'
4	E 9° 13.471'	N 41° 26.367'
5	E 9° 13.607'	N 41° 26.535'
6	E 9° 13.851'	N 41° 26.563'

ZONE 2 :

superficie : 300 056 m²

Point	Longitude	Latitude
1	E 9° 13.932'	N 41° 26.015'
2	E 9° 14.041'	N 41° 25.626'
3	E 9° 13.795'	N 41° 25.596'
4	E 9° 13.601'	N 41° 25.979'

Aucun chenal de navigation ou de balisage n'est indiqué ou nécessaire dans cette zone.

Les zones de mouillage disposent d'une capacité de 14 coffres d'amarrage possédant des caractéristiques ne suscitant aucune confusion avec le balisage conventionnel.

L'autorisation concerne 14 postes d'amarrage constitués pour chacun d'un dispositif d'ancrage sur le fond, d'une ligne d'amarrage, d'une ou plusieurs bouées intermédiaires de sub-surface, et d'un coffre à l'évitage de couleur blanche muni de bandes réfléchissantes et numéroté et d'une bouée météorologique. Les coffres sont munis d'une signalétique qui rappelle les conditions limite d'exploitation.

Les zones sont organisées comme suit :

ZONE 1 : 7 postes

- 6 postes d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 24 à 40 mètres (coffres X, X1, X2, A1, A2, A3);
- 1 poste d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 40 à 60 mètres (coffre B2).

Les postes d'amarrage sont définis par la position de leur corps-mort en coordonnées géodésiques WGS84 (en degrés, minutes décimales) précisées ci-dessous et sur le plan en annexe II.

N° ANCRAGE	Longitude	Latitude
X	9° 13.65105' E	41° 26.49717' N
X1	9° 13.60267' E	41° 26.44017' N
X2	9° 13.53717' E	41° 26.35567' N
A1	9° 13.57111' E	41° 26.29789' N
A2	9° 13.53693' E	41° 26.24954' N
A3	9° 13.61051' E	41° 26.25452' N
B2	9° 13.68322' E	41° 26.31484' N

ZONE 2 : 7 postes

- 6 postes d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 24 à 40 mètres (coffres A4, A5, A6, A7, A8, A9) ;
- 1 poste d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 40 à 60 mètres (coffre B5).

Les postes d'amarrage sont définis par la position de leur corps-mort en coordonnées géodésiques WGS84 (en degrés, minutes décimales) précisées ci-dessous et sur le plan en annexe II.

N° ANCRAGE	Longitude	Latitude
A4	9° 13.71002' E	41° 25.95133' N
A5	9° 13.70459' E	41° 25.87477' N
A6	9° 13.76299' E	41° 25.84592' N
A7	9° 13.74986' E	41° 25.79559' N
A8	9° 13.82683' E	41° 25.69300' N
A9	9° 13.82259' E	41° 25.64262' N
B5	9° 13.93858' E	41° 25.67000' N

Une bouée météorologique est installée aux coordonnées suivantes, à l'extérieur des deux zones de mouillage : 9° 14.26025' E / 41° 25.69256' N

Les postes d'amarrage sont disposés de manière à permettre un mouillage à l'évitage en toute sécurité. Chaque navire amarré dispose d'un cercle d'évitage de diamètre égal à trois fois sa

longueur sans chevauchement avec les cercles d'évitage associés aux autres navires amarrés au même moment. En période d'exploitation, l'affectation des postes d'amarrage qui présentent des chevauchements partiels des cercles d'évitage pour le navire maximal admissible (40 mètres de longueur hors tout) fait l'objet d'un suivi particulier par le bénéficiaire pour garantir que les cercles d'évitage des navires effectivement accueillis ne se recoupent pas. Il s'agit des quatre groupes de postes d'amarrage suivants : X2, A1 ; A1, A2, A3 ; A5, A6, A7 ; A8, A9.

Les deux (2) zones sont réservées exclusivement aux navires de passage.

Les navires habités sont autorisés sous réserve qu'ils soient dotés d'un système de rétention des eaux (eaux noires, eaux grises) conforme à la réglementation en vigueur. Aucun rejet en mer n'est admis (déchets solides ou liquides).

Chaque poste est équipé d'un coffre de surface qui est numéroté et indique la longueur hors tout maximale des navires pouvant s'y amarrer. Les coffres sont de couleur blanche conformément aux dispositions de l'annexe VI à l'arrêté ministériel du 30 novembre 2017 susvisé.

Chaque ancrage est équipé d'une ou plusieurs bouées intermédiaires de sub-surface pour éviter tout contact de la ligne de mouillage avec les fonds marins.

Le bénéficiaire devra fournir au service de l'État en charge de la gestion du domaine public maritime le plan d'exécution des travaux 10 jours avant le démarrage des travaux.

Dès l'achèvement des travaux, le bénéficiaire transmet au service de l'État en charge de la gestion du domaine public maritime un plan de recollement avec les coordonnées géodésiques précises en WGS 84 (latitude et longitude en degrés et minutes décimales avec 5 chiffres après la virgule) de tous les ancrages des postes d'amarrage autorisés par sites ainsi que pour la bouée météorologique. Une comparaison avec le plan d'exécution est faite pour chaque ancrage : les éventuelles différences de positionnement sont quantifiées (en centimètre) afin de démontrer qu'elles restent dans la tolérance annoncée par le bénéficiaire (50 centimètres).

Article 5 - Caractéristiques des postes d'amarrage

Les exigences environnementales et techniques suivantes s'appliquent aux postes d'amarrage :

- Les types d'ancrage utilisés sont choisis pour leur efficacité et leur moindre intrusivité selon la nature et la sensibilité des fonds ainsi qu'en tenant compte des considérations de résistance des dispositifs d'ancrage pour garantir la sécurité des postes d'amarrage.
- Les corps-morts sont de type éco-conçus, ils sont implantés sur substrat sableux, en évitant également la matte morte de posidonie recouverte d'une couche sableuse. Ils sont d'une forme étudiée afin d'assurer une transparence hydraulique maximale vis-à-vis des courants marins.
- Chaque dispositif est conçu pour éviter en toutes circonstances le ragage de la ligne de mouillage sur le fond.

Le bénéficiaire communiquera au service de l'État en charge du domaine public maritime les spécifications techniques des dispositifs effectivement installés pour chacun des postes d'amarrage, y compris la bouée météorologique.

Article 6 – Clauses financières et redevance domaniale

En contrepartie de l'occupation privative du domaine public ainsi que des avantages de toute nature procurés par l'utilisation du bien, l'occupant s'acquittera d'une redevance d'occupation du domaine public dont le montant a été déterminé conformément aux principes énoncés aux articles L.2125-1 et L.2125-3 du code général de la propriété des personnes publiques.

Montant de la redevance = Part fixe + Part variable
- Part fixe annuelle : **6 440 euros.**
La révision de ce montant s'effectuera chaque année en fonction de l'évolution de l'indice des prix TP02 au 1er janvier de l'année considérée.
- Part variable: **2,5 % du chiffre d'affaire annuel** réalisé par le bénéficiaire.
Le montant du chiffre d'affaire encaissé sera transmis au service des Domaines avant le 31 mars de chaque année pour la période N-1.

La redevance est payable d'avance à la caisse de la Direction Régionale des Finances Publiques de Corse et du département de la Corse-du-Sud dès signature du présent arrêté inter-préfectoral par le préfet de département.

Le bénéficiaire ne devra pas laisser écouler un terme sans l'acquitter. Les intérêts moratoires au taux prévu en matière domaniale courront de plein droit au profit de la Direction Régionale des Finances Publiques sans qu'il soit nécessaire de procéder à une mise en demeure et quelle que soit la cause du retard, le décompte se faisant de date à date et les fractions de mois étant négligées.

Sans préjudice des pénalités prévues à l'alinéa précédent, le non-paiement de cette redevance entraînera des poursuites, conformément aux dispositions du code général des impôts, et aux articles L.258 A et L.260 du Livre des procédures fiscales relatifs à l'exercice des poursuites.

Dans le cas où, pour quelque cause que ce soit, la présente autorisation est retirée, la redevance imposée au bénéficiaire cesse de courir à partir du jour de la notification de la décision de révocation, et ce dernier ne peut se pourvoir à fin de restitution de ce qu'il aurait payé en excédent.

Article 7 – Accès aux sites par des moyens de l'État

Les services de l'État en mission opérationnelle ont un accès gratuit à tous les sites de l'autorisation et à tout moment.

Les navires de l'État sont susceptibles de s'amarrer à titre gratuit, en fonction de la disponibilité des postes d'amarrage, après échange avec le bénéficiaire.

Article 8 – Pollution pyrotechnique

Le littoral méditerranéen a fait l'objet de minages défensifs et de bombardements durant la seconde guerre mondiale, les travaux d'aménagement des zones de mouillage devront prendre en compte la problématique d'une possible pollution pyrotechnique du site.

Article 9 – Zone d'intervention militaire

Les deux (2) zones définies par l'autorisation, qui ne sont habituellement pas utilisées pour des activités militaires, pourront toujours l'être par les unités de la Marine nationale en mission de protection des personnes et des biens ou de défense du territoire.

Article 10 – Exécution - Entretien - Équipement

Le bénéficiaire mettra en place un service d'aide à l'amarrage. Le règlement de police annexé précise les obligations de recours à ce service pour tous les navires.

Le bénéficiaire s'assurera de la mise en place et de l'entretien des équipements conformément aux instructions de l'autorité compétente.

Le bénéficiaire s'équipera d'un barrage anti-pollution permettant de contenir une pollution accidentelle émanant des zones de mouillage. Ce barrage devra être dimensionné de manière à être efficace compte tenu des dimensions des navires autorisés à s'amarrer.

En dehors de la période d'exploitation des zones de mouillage, la bouée météorologique et les dispositifs d'amarrage devront être retirés, excepté les ancrages au fond (corps-morts). Des dispositifs destinés à éviter les croches des apparaux de pêche seront installés sur les éléments restant en place en dehors de la période d'exploitation.

Le bénéficiaire maintiendra en bon état les installations autorisées. Le bénéficiaire veille à la sécurité et à la salubrité des lieux. Il a à sa charge la gestion des déchets générés par les usagers selon les modalités fixées par le règlement de police.

Aucun rejet de détritus, terre, décombres, ni aucun déversement de carburant, d'huile ne sera autorisé.

Le bénéficiaire tient un registre dans lequel il mentionne les contrôles périodiques et spécifiques effectués, les différents travaux d'entretien réalisés sur les installations, les investissements en renouvellement d'équipements. Il s'assure notamment que les équipements d'amarrage sont contrôlés avant leur mise en place.
Ce registre doit être consultable en mairie et à tout moment par les services concernés.

La surveillance et l'entretien des sites sont assurés par le bénéficiaire qui s'engage à mettre quotidiennement sur site une équipe d'agents disposant d'une VHF et d'une embarcation à moteur.

Le bénéficiaire prend toutes les dispositions nécessaires à sa charge pour préserver le milieu aquatique et terrestre de toutes pollutions et dégradations.

Il est responsable de tout dommage causé par la mise en place et l'exploitation des ouvrages et outillages.

Il contracte une assurance couvrant sa responsabilité civile en raison des dommages que ces installations peuvent causer au tiers.

Il n'est admis à formuler aucune réclamation au sujet de la consistance et des dispositions du terrain ainsi que des ouvrages existants qu'il est censé bien connaître. Il fait son affaire personnelle de toutes les autorisations administratives nécessaires pour l'exploitation des sites.

Article 11 – Suivi de la qualité des eaux et des sédiments

Le bénéficiaire s'assure du contrôle de la qualité de l'eau en phase travaux, avant et pendant la période d'exploitation, dans les différents sites de son autorisation.

En phase de travaux en mer, un suivi quotidien de la turbidité de l'eau est réalisé par le bénéficiaire à l'aide d'un turbidimètre selon un protocole soumis au préalable pour avis au service de l'État en charge de la police des eaux littorales et transmis au gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio et au service de l'État en charge du domaine public maritime. Ce protocole mesurera la qualité des eaux à proximité et dans la zone de travaux pour rendre compte de l'évolution de la teneur en matière en suspension dans l'eau, en particulier lors de la mise en place des corps-morts et des équipements.

Une mesure de référence sera effectuée préalablement au démarrage des travaux. Des mesures complémentaires quotidiennes seront ensuite effectuées à intervalle régulier pendant les opérations : le tableau de relevé des mesures sera transmis au fil de l'eau au service de l'État en charge de la police des eaux littorales et au gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio.

En cas de constat de turbidité (dépassement d'un seuil de diminution de la transparence de l'eau fixé à 30%), les travaux seront immédiatement suspendus. Le service de l'État en charge de la police des eaux littorales, le service de l'État en charge du domaine public maritime et le gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio seront immédiatement avisés de la situation et de son évolution. Si le rideau anti-turbidité s'avérait insuffisant pour éviter tout impact sur la qualité de l'eau, les travaux seraient arrêtés le temps de trouver une solution viable.

Pour le suivi général des zones de mouillage, le bénéficiaire fait procéder par un service spécialisé à la prise régulière d'échantillons d'eau et de sédiments. Les prélèvements se feront dans chaque zone de mouillage. Les points de prélèvement seront proposés par le bénéficiaire et devront être validés par les services de l'État en charge de la police des eaux littorales.
Le nombre et la fréquence de ces prélèvements, selon leur type, sont précisés ci-dessous :

- Eaux marines :

• nombre par saison : 7 prélèvements sur chaque zone de mouillage soit 14 au total.

• fréquence :

- avant la période d'exploitation, un prélèvement afin d'établir « l'état zéro » de la qualité de l'eau ;

- pendant la période d'exploitation, un prélèvement mi-juin, excepté la première année, puis mi-juillet, fin juillet, mi-août, fin août et mi-septembre.

- Sédiments :

• nombre sur la durée de l'autorisation : 2 prélèvements sur chaque zone de mouillage soit 4 au total.

• fréquence : début et fin de l'autorisation.

Le 1er prélèvement devra intervenir dans le mois qui suit la notification du présent arrêté au bénéficiaire.

Les paramètres recherchés sont ceux de la réglementation en vigueur faisant l'objet de l'annexe III ainsi que ceux préconisés par le service de l'État en charge de la police des eaux littorales :

• Eaux marines : température, salinité, turbidité, oxygène dissous, ammonium, nitrate, orthophosphate, Eschérichia coli, entérocoques (paramètres bactériologiques selon l'annexe III), indice d'hydrocarbure.

• Sédiments : paramètres visés aux tableaux II, III, III bis et III ter de l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement dont la liste est détaillée en annexe III.

Les rapports d'analyses du laboratoire agréé par le comité français d'accréditation (COFRAC) pour les matrices eaux marines et sédiments marins, avec les commentaires du bénéficiaire, doivent être transmis au service de l'État en charge de la police des eaux littorales. Une copie sera adressée au service en charge de la gestion du domaine public maritime.

Si ces analyses démontrent une dégradation de la qualité des eaux et du milieu, d'autres contrôles peuvent être effectués par le service de l'État en charge de la police des eaux littorales. Les prélèvements et les analyses seront à la charge du bénéficiaire de l'autorisation.

De même, en cas de dégradation avérée de la qualité des eaux et du milieu, des prélèvements peuvent s'opérer en des points et à une fréquence supplémentaire à la demande de l'administration et à la charge du bénéficiaire.

Toutes les mesures correctives nécessaires pourront également être imposées par l'administration si la dégradation avérée de la qualité des eaux ou du milieu résulte de l'occupation autorisée.

Article 12 – Suivi des herbiers de posidonie et de la cymodocées

La réserve naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB) a émis un avis favorable sur les zones de mouillage assorties de réserves sur la prise en compte des biocénoses marines. Ces informations alimenteront notamment les rapports d'activités exigés à l'article 18.

Le protocole de caractérisation de l'état initial de la nature (avant et après la pose de chaque ancrage) et du suivi scientifique devra être le suivant :

L'ensemble des points d'ancrage retenus fait l'objet d'un état initial au printemps pour confirmer l'absence de cymodocées avant la pose des corps-morts. Un état initial des herbiers de posidonie est réalisé au printemps préalablement aux travaux conformément aux prescriptions de la RNBB. La position choisie pour ancrer la bouée météorologique fait aussi l'objet d'un inventaire des biocénoses marines au printemps. Ces inventaires sont transmis au service de l'État en charge de la police de l'eau littorale et au service de l'État en charge des espèces marines protégées avant le démarrage des travaux.

Conformément aux demandes formulées par la RNBB, les suivis spécifiques suivants sont réalisés sous la responsabilité du bénéficiaire :
1) Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe de 10 mètres à moins de 20 mètres de distance des herbiers (X, X1, A4, A5, A6, A7, A9, B5), un état initial et un suivi

scientifique renforcé sont à réaliser avec une micro-cartographie annuelle selon les préconisations suivantes :
- Sur un diamètre de 50 mètres à partir de la limite extérieure des corps-morts : mise en place de 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions autour de chaque corps-mort, plus une station de référence éloignée des corps-morts pour chaque zone de mouillage.
- mise en place d'un balisage sous-marin (de type borne de repérage) des limites de l'herbier autour des ancrages.
- réalisation d'un suivi scientifique à la fin de chaque période d'exploitation, et durant toute la durée de l'autorisation fixée par le présent arrêté, des paramètres suivants : densité, recouvrement réalisé toujours à la même période en début de printemps, pourcentage de rhizomes plagiotropes, déchaussement, ensablement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique.
- réalisation d'une micro cartographie annuelle et vérification deux fois par an du balisage, évolution de la granulométrie, matière organique.

2) Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe à plus de 20 mètres de distance des herbiers (X2, A1, A3, A8, B2 et A2) : un suivi scientifique régulier est requis selon les préconisations suivantes :
- Sur un diamètre de 50 mètres à partir de la limite extérieure des corps-morts : mise en place de 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions autour de chaque corps-mort, plus une station de référence éloignée des corps-morts pour chaque zone de mouillage.
- Un balisage des limites de l'herbier autour des ancrages.
- Réalisation d'un suivi scientifique annuel, à la fin de chaque période d'exploitation, et durant toute la durée de l'autorisation fixée au présent arrêté, des paramètres suivants : densité, recouvrement réalisé toujours à la même période en début de printemps, pourcentage de rhizomes plagiotropes, déchaussement, ensablement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique.

3) Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe à 50 mètres ou plus des herbiers (A2), un suivi général de l'évolution de l'herbier de posidonie dans les environs du corps mort est réalisé.

Le protocole de suivi environnemental du bénéficiaire est transmis pour validation au service de l'État compétent en matière d'espèces protégées marines et transmis au service de l'État en charge du domaine public maritime. Il est également transmis au gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio.

Article 13 – Mesures particulières d'évitement et de réduction des impacts environnementaux

En cas de présence avérée de cymodocées détectées lors de l'état initial réalisé au printemps 2021 à l'endroit prévu pour la pose d'un corps-mort, le poste d'amarrage concerné n'est pas installé à l'endroit prévu sans avoir préalablement obtenu une dérogation à l'interdiction de destruction d'une espèce protégée marine. De même, la position de la bouée météorologique tient compte de l'éventuelle présence d'espèces protégées marines à l'emplacement prévu pour son implantation.

Les caractéristiques des ancrages au fond pour maîtriser les impacts environnementaux sont précisées à l'article 6. Les positions des corps-morts sont respectées avec une précision d'implantation de 50 centimètres (précision donnée par le bénéficiaire) lors de la pose afin de garantir les distances annoncées par le bénéficiaire dans son dossier entre les limites

extérieures des corps-morts au fond et l'herbier de posidonie. L'entreprise de travaux maritimes mobilise un ponton flottant équipé d'une grue, et des plongeurs scaphandriers professionnels.

Si les engins de travaux maritimes mobilisés pour mettre en place (ou retirer) les corps morts et les équipements d'amarrage sont susceptibles d'impacter une espèce protégée marine, notamment lors d'un positionnement stationnaire au moyen d'ancres ou de pieux, une dérogation à l'interdiction de destruction d'une espèce protégée marine doit préalablement être obtenue par le titulaire.

Pour faciliter le positionnement des engins de travaux maritimes, le recours à des corps-morts temporaires localisés dans des taches de sable, hors herbier de posidonie et cymodocées, est possible uniquement le temps de la mise en place des corps-morts et des équipements en mer.

Les précautions suivantes sont prises :
- Les éléments du corps-mort en béton sont préfabriqués sur un site de travail adapté à terre ;
- Tous les matériels devant être immergés sont préalablement lavés en atelier ou sur un site adapté à terre ;
- Le chantier à terre fait l'objet d'un entretien et d'un nettoyage régulier pour éviter tout entraînement de matériaux par les eaux de ruissellement ;
- Des précautions sont prises sur le quai d'embarquement des matériels pour éviter toute chute de matériaux vers le milieu marin ;
- Aucune opération de coulage de béton n'est effectuée dans le milieu marin.

Le développement de panaches turbides sera évité par la mise en œuvre d'un écran anti matière en suspension autour de la zone de travaux en mer et ce avant que les travaux aient démarré. Un suivi spécifique de la qualité des eaux en phase de travaux sera réalisé conformément à l'article 12.

La colonisation par la faune et la flore au droit des ouvrages éco-conçus fait l'objet d'un suivi à 1 an puis 3 ans de l'immersion.

Article 14 - Retrait des postes d'amarrage en cas d'impact avéré et significatif sur l'herbier de posidonie

En cas d'impact significatif et avéré sur les herbiers de posidonie à l'issue de la période d'exploitation, les postes d'amarrage concernés seront retirés, y compris le système d'ancrage sur le fond.

Un comité de suivi présidé par le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, est mis en place pour assurer le suivi des impacts du projet sur les herbiers de posidonie et décider, le cas échéant, sous l'autorité du préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, de retirer les équipements à l'origine d'impact significatif et avéré sur les herbiers de posidonie.

Le bénéficiaire transmet au service de l'État en charge du domaine public maritime et au service de l'État en charge des espèces protégées marines les résultats des suivis de l'herbier de posidonie définis à l'article 13 au plus tard 2 mois après les campagnes de relevés en mer.

Le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, définit la composition et le mandat du comité de suivi.

Article 15 – Lutte contre les pollutions aux hydrocarbures

Le bénéficiaire dispose de moyens pour absorber les hydrocarbures qui peuvent être mis en œuvre au contact ou autour d'un navire à flot.

Ces moyens sont dimensionnés de manière à être efficaces compte tenu des dimensions des navires pouvant être amarrés sur les équipements des sites.

A minima, ces moyens d'intervention permettant de lutter contre les déversements accidentels d'hydrocarbures, prêt à l'emploi, facile à transporter, seront composés de :

- feuilles absorbantes pour hydrocarbures ;
- feuilles d'essuyages technique ;
- boudins absorbants permettant de ceinturer un bateau amarré ;
- sacs de récupérations et paires de gants.

Ils sont entreposés, de façon à être rapidement et aisément mis en œuvre par le bénéficiaire, en un lieu porté à la connaissance du bénéficiaire, du préfet maritime, et du préfet de département.

Tous les personnels du bénéficiaire sont formés à la mise en œuvre de ces matériels.

Article 16 – Lutte contre l'incendie

Le bénéficiaire est responsable de la lutte contre l'incendie sur les embarcations au mouillage et les équipements des zones de mouillage.

Le titulaire définit un dispositif de lutte contre l'incendie dont il communiquera la teneur exacte au service de l'État en charge du domaine public maritime, au service départemental d'incendie et de secours de la Corse-du-Sud, à la société nationale de sauvetage en mer (SNSM) et au CROSS Méditerranée dans le mois qui suit la notification du présent arrêté.

Article 17 – Veille météorologique

Le bénéficiaire est responsable de la veille météorologique et de la diffusion des informations aux usagers.

Sur ordre du bénéficiaire, les usagers, de toutes catégories de navires, devront quitter le mouillage.

Les navires seront dans l'obligation de se détacher des postes d'amarrage, la sécurité des usagers ne pouvant plus être assurée.

Article 18 – Rapport d'activités et suivi de l'expérimentation

Chaque année, 2 mois maximum après la fin de la période d'exploitation, le bénéficiaire transmet au service de l'État en charge du domaine public maritime :

- un rapport d'activités comprenant notamment le taux de fréquentation de la zone, la durée moyenne du séjour, le type des navires accueillis et la tarification en vigueur.

Le taux de fréquentation doit être détaillé conformément à la répartition des postes de mouillage définie à l'article 4.

- un rapport environnemental et paysager intégrant les éléments de préservation des écosystèmes marins, le suivi et l'évolution du peuplement des herbiers de posidonie dont une analyse fine de l'évolution des herbiers de posidonie situés à proximité des équipements d'amarrage conformément à l'article 12, la qualité des eaux et des sédiments, une analyse du paysage en phase d'exploitation à l'appui de photographies et de croquis, la fréquentation générale de la zone par les navires de plaisance. Les données environnementales d'inventaire sont également remises sous format SIG (WGS84).

Ce rapport tirera un bilan environnemental et paysager exhaustif de chaque saison d'exploitation de ces dispositifs d'amarrage dont la mise en œuvre est nouvelle dans le périmètre de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio. Les analyses seront détaillées sur chacun des points d'amarrage s'agissant de l'évolution des herbiers de posidonie, le rapport doit statuer sur les impacts éventuellement observés sur les herbiers de posidonie.

Un résumé accompagnera ce rapport détaillé.

- Un rapport d'entretien reprenant les éléments figurant sur le registre mentionné à l'article 10 et détaillant les conséquences des événements météorologiques sur les équipements afin d'en tirer les conséquences éventuelles.

Article 19 – Règlement de police – Consignes d'utilisation

Conformément aux articles L.341-13 et R.341-4 du code du tourisme, le bénéficiaire de l'autorisation est chargé de l'application du règlement de police annexé au présent arrêté (annexe I).

Ce règlement définit les chenaux d'accès et les règles de navigation dans ces chenaux et au voisinage de la zone, les mesures à prendre pour le balisage de la zone de mouillages, les prescriptions relatives à la conservation du domaine, la sécurité des personnes et des biens, la prévention et la lutte contre les accidents et les incendies et contre les pollutions de toute nature.

Le bénéficiaire portera le règlement de police, ainsi que les tarifs en vigueur, à la connaissance des usagers et du public par voie d'affichage apposée à proximité des zones de mouillage et à des emplacements agréés par le service de l'État gestionnaire du domaine public maritime chargé du contrôle de l'exécution du présent arrêté. Ce règlement sera imprimé aux frais du bénéficiaire qui devra en remettre un exemplaire à chaque usager. Ces informations sont consultables sur le site internet du bénéficiaire et également accessibles au moins en version anglaise et italienne.

Les capitaines des navires prenant un poste d'amarrage seront sensibilisés par le bénéficiaire sur la nécessité de consulter et de respecter le règlement de police.

Dans un délai d'un mois au plus tard, après la notification du présent arrêté, le bénéficiaire adresse au service de l'État en charge du domaine public maritime les consignes précisant à l'égard des usagers les conditions d'utilisation des ouvrages, outillages, installations et services (ainsi que les tarifs définis) les règles prises pour la lutte contre l'incendie ainsi que les mesures relatives à la conservation et à la propreté du plan d'eau et à la protection des navires et bateaux.

Le bénéficiaire de l'autorisation met en œuvre les moyens humains et matériels nécessaires pour faire respecter les dispositions du règlement de police et notamment l'interdiction de mouillage sur ancre.

Le bénéficiaire informe préalablement le service de l'État en charge du domaine public maritime de toute modification apportée aux consignes dans un délai d'un mois.

L'autorisation ne fait pas obstacle à l'adoption par l'autorité compétente de toute mesure relative à la police de la conservation et de l'utilisation du domaine public, à la police de la navigation, à la police des eaux et de la pêche et aux règles de sécurité.

Article 20 – Modification ou résiliation de l'arrêté

L'autorisation sera résiliée de plein droit, sans indemnité, s'il n'en a pas été fait usage dans un délai d'un an à compter de sa notification.

Étant délivrée à titre précaire et révocable, l'autorisation peut être modifiée ou retirée, en tout ou partie, avant l'expiration du terme fixé pour des motifs d'intérêt général ou dans l'intérêt du domaine occupé.

Le bénéficiaire entendu, elle pourra également être retirée sans indemnité, et sans préjudice s'il y a lieu de poursuites pour contravention de grande voirie, pour inexécution des obligations fixées par les dispositions du code général de la propriété des personnes publiques, articles R.2124-39 et suivants, par celles des articles D.341-2, R.341-4 et R.341-5 du code du tourisme et par celles du présent arrêté.

Le bénéficiaire est tenu de remettre les lieux dans leur état initial sur la simple notification de la décision prononçant la résiliation de l'autorisation en se conformant aux dispositions de celle-ci.

La résiliation est notifiée par lettre recommandée avec demande d'avis de réception.

Article 21 – Suppression des ouvrages

Les équipements et installations, y compris les structures d'ancrage au fond (corps-morts, ancrage à vis ou autres systèmes), établis par le bénéficiaire de l'autorisation sur les zones de mouillages doivent être retirés à la fin de l'autorisation et les lieux remis en l'état, sauf notification contraire du service de l'État en charge de la gestion du domaine public maritime.

Ces opérations sont effectuées aux frais du bénéficiaire.
Celui-ci en informe le préfet au moins deux mois avant le début des travaux.

Si le préfet notifie au bénéficiaire de l'autorisation qu'il exige le maintien de tout ou partie des équipements et installations, auquel cas l'État se trouve, à compter de cette notification, subrogé dans tous les droits du bénéficiaire sur ces équipements et installations qui doivent lui être remis en l'état sans qu'il y ait lieu à indemnité à ce titre ni à passation d'un acte.

En cas de non-exécution des travaux de remise en état, il peut y être pourvu d'office aux frais du bénéficiaire de l'autorisation, après mise en demeure restée sans effet dans le délai qu'elle a fixé.

Le bénéficiaire de l'autorisation demeure responsable des ouvrages et installations jusqu'à leur retrait complet ou leur remise à l'administration.

Article 22 – Exécution et publicité

Le préfet de la Corse-du-Sud, le sous-préfet de Sartène, le directeur départemental des territoires et de la mer, le délégué mer et littoral de la Corse-du-Sud sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de la Corse-du-Sud et de la préfecture Maritime de la Méditerranée.

Il sera notifié au bénéficiaire par les soins du directeur départemental des territoires et de la mer de la Corse-du-Sud.

Article 23 - Voies et délais de recours

Conformément aux dispositions des articles R.421-1 à R.421-5 du code de justice administrative, le présent arrêté peut faire l'objet d'un recours contentieux devant le tribunal administratif de Bastia dans le délai de deux mois à compter de sa notification ou de sa publication.

Le tribunal administratif peut être saisi par l'application « Télérecours citoyens » accessible par le site www.telerecours.fr

Fait à Toulon, le 03 JUIN 2021

Le préfet maritime
de la Méditerranée,

Le vice-amiral d'escadre Laurent ISNARD

Fait à Ajaccio, le 31 MAI 2021

Le préfet de Corse,
préfet de la Corse-du-Sud ,

Pascal LELARGE

PRÉFET
MARITIME
DE LA MÉDITERRANÉE
Liberté
Égalité
Fraternité

PRÉFET
DE LA CORSE-
DU-SUD
Liberté
Égalité
Fraternité

Annexe I à l'arrêté inter-préfectoral
portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime le long du littoral de la commune de Bonifacio pour la mise en place de deux zones de mouillage composées de coffres d'amarrage dédiés aux navires de 24 mètres et plus et d'une bouée météorologique dans le golfe de Sant' Amanza.

* *

RÈGLEMENT DE POLICE

PRÉAMBULE

Article 1er

Le présent règlement de police est applicable aux zones de mouillages dédiés aux navires de 24 mètres et plus situées dans le golfe de Sant Amanza sur la commune de Bonifacio, définies par l'arrêté inter-préfectoral et représentées sur le plan en annexe II.

Dans le présent règlement, les termes suivants désignent :

- « Titulaire des zones de mouillages » : la commune de Bonifacio bénéficiaire de l'autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime, et gestionnaire en régie.
- « Agents chargés de la gestion de la zone de mouillage» : les agents du titulaire.
- « Agents chargés de la police de la zone de mouillages » : tout agent habilité à contrôler une zone de mouillage.
- « Usager » : le chef de bord ou le propriétaire du navire,
- « Zones de mouillages » : les mouillages sont organisés en 2 zones comprenant des coffres d'amarrage dénommées « ZONE 1 » (coffres X, X1, X2, A1, A2, A3, B2) et « ZONE 2 » (coffres A4, A5, A6, A7, A8, A9, B5).

CHAPITRE 1er

RÈGLES GENERALES D'ACCES ET D'UTILISATION DES ZONES DE MOUILLAGE DÉDIÉES AUX NAVIRES DE 24 MÈTRES ET PLUS

Article 2 – Accès aux zones de mouillage et contact avec le titulaire

L'accès est réservé aux navires de plaisance et de grande plaisance en état de naviguer, de longueur hors-tout inférieure ou égale à 60 mètres. Le tirant d'eau des navires doit être compatible avec la configuration du site.

Les navires d'une longueur supérieure à 60 mètres ne sont pas autorisés à transiter dans les zones de mouillages.

Le contact avec le titulaire des zones de mouillages sur canal VHF ou par téléphone est obligatoire pour :

- tout navire à destination ou au départ d'un poste d'amarrage ;
- tout navire d'une longueur hors tout supérieure ou égale à 24 mètres transitant dans celle-ci.

Article 3 – Conditions de navigation dans les zones de mouillage

La vitesse maximale de navigation est limitée à 5 nœuds à l'intérieur des zones de mouillage dénommées ZONE 1 et ZONE 2.

Les navires équipés du système AIS devront le maintenir en fonction durant l'intégralité de leur présence dans le périmètre des zones de mouillage.

La navigation dans le secteur des postes d'amarrage doit être limitée à ce qui est strictement nécessaire pour prendre, changer ou quitter un poste d'amarrage. Le transit des annexes ou des navires de service est autorisé uniquement pour permettre le débarquement ou l'embarquement de passagers dans le respect des règles de vitesse et de sécurité. Cette restriction ne s'applique ni aux navires du titulaire ou des entreprises qu'il missionne, ni aux navires en mission de contrôle.

La pratique de toute activité nautique à l'intérieur des zones de mouillage peut être interdite ou suspendue par le titulaire, afin notamment de sécuriser les manœuvres d'amarrage.

Pour les voiliers disposant d'un moteur, il est interdit de naviguer à la voile dans les zones de mouillage. Les voiliers disposant d'un moteur doivent par conséquent naviguer dans les zones de mouillage en marche et avec la plus extrême prudence, sans faire courir de risques aux autres navires.

Article 4 – Mouillage sur ancre

Le mouillage sur ancre à l'intérieur des zones de mouillage est interdit pour tout navire quelle que soit sa longueur hors tout, sauf en cas de nécessité absolue découlant d'un danger immédiat.

Article 5 – Réglementation des activités nautiques et des activités à bord des navires

Dans le périmètre des deux zones de mouillage, sont interdits :

- l'utilisation d'engins de plage et d'embarcations propulsées par l'énergie humaine (kayak, paddle-board) ;
- la baignade ;
- le déploiement d'installations de type toboggan ainsi que les structures gonflables, piscines à filets, etc ;
- la pratique des sports nautiques de vitesse et des sports nautiques tractés ;
- l'usage des projecteurs sous-marins des navires ;
- le tir de feu d'artifice à partir d'un navire ;
- l'utilisation de drone aérien, marin ou sous-marin ;

Les usagers veilleront à éviter les nuisances sonores et toute activité susceptible de perturber la faune sauvage.

Article 6 – Plongée sous-marine et apnée

Pendant les périodes de pose et de dépose des équipements et pendant la période d'exploitation, toute activité de plongée sous-marine et d'apnée est interdite, sauf celles nécessaires à l'exploitation et à la gestion de la zone, les suivis scientifiques et environnementaux et les interventions d'urgence ou de secours.

Article 7 – Pêche

La pratique de la pêche de loisirs et la pêche professionnelle est interdite dans l'ensemble des zones de mouillage pendant la période d'exploitation des postes d'amarrage.

En dehors de la période d'exploitation, la pratique de la pêche de loisirs et la pêche professionnelle sont autorisées dans l'ensemble des zones de mouillage en fonction des règles en vigueur dans la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio.

Le titulaire informera annuellement la prud'homie de pêche de Bonifacio pour lui signifier les dates de pose et de dépose des dispositifs d'amarrage afin que ces opérations se déroulent en sécurité.

Article 8 – Manifestations nautiques

Pendant la période d'exploitation et pendant les périodes de pose et de dépose des équipements, les fêtes ou compétitions sportives organisées dans les eaux des zones de mouillage sont interdites.

CHAPITRE II

RÈGLES APPLICABLES AUX NAVIRES SÉJOURNANT DANS LES ZONES DE MOUILLAGE

Article 9 – Nombre et nature des postes d'amarrage mis à disposition

La zone de mouillage comprend 14 postes d'amarrage répartis sur 2 zones, dont l'affectation suivante devra être respectée par le titulaire lors du placement des navires :

- Les postes d'amarrage sont tous dédiés aux navires de « passage ». La durée de stationnement sur ces postes est limitée à 24 heures, renouvelé par le titulaire par tranche de 24 heures ;
- L'emplacement que doit occuper chaque navire est fixé par le titulaire.
- La durée du séjour des navires est fixée par le titulaire en fonction des places disponibles.

Article 10 – Autorisation d'amarrage des navires et départ de la zone de mouillage

Tout usager des zones de mouillage doit justifier d'une police d'assurance couvrant au minimum sa responsabilité civile, les risques et dommages causés aux dispositifs d'amarrage des zones de mouillage et à l'environnement, ainsi que le renflouement et l'enlèvement de son navire à l'état d'épave en cas de naufrage dans les zones de mouillages.

Article 11 – Affectation d'un emplacement

Le navire autorisé doit prendre le poste d'amarrage qui lui est désigné par le titulaire. Tout changement de poste d'amarrage pourra être ultérieurement décidé par le titulaire sans que l'utilisateur puisse fonder une quelconque réclamation.

L'affectation est opérée, dans la limite des places disponibles, dans l'ordre de présentation des déclarations d'arrivée. Le titulaire est toutefois seul juge des circonstances qui peuvent amener à déroger à cette règle.

Article 12 – Conditions d'amarrage et changements de poste

Les navires sont amarrés sous la responsabilité du capitaine ou du chef de bord.

Le recours au service de lamanage mis en œuvre par le titulaire est obligatoire pour tous les navires prenant ou quittant un poste d'amarrage.

L'amarrage à couple est interdit sauf cas de nécessité motivée pour des raisons de sécurité appréciées par les agents chargés de la gestion des zones de mouillage.

L'usager est tenu de changer son navire de poste d'amarrage si, pour des raisons de police ou d'exploitation, ce déplacement lui est enjoint par le titulaire.

L'usager de tout navire utilisant un poste d'amarrage dans les zones de mouillage doit pouvoir être joint en permanence par le titulaire.

Article 13– Mesures de veille à bord et surveillance des navires

Tout navire amarré est tenu de maintenir à bord un effectif suffisant pour garantir la sécurité du navire et manœuvrer sur simple injonction du titulaire.

L'usager doit prendre toutes les mesures nécessaires pour prévenir les abordages, accidents ou avaries. Il ne peut refuser de prendre ou de larguer une aussière ou une amarre quelconque pour faciliter les mouvements des autres navires.

D'une manière générale, il doit veiller à ce que son navire, à tout moment et en toutes circonstances, ne cause ni dommage aux ouvrages des zones de mouillages ou aux autres navires, ni gêne dans l'exploitation de cette zone, ni atteinte à l'environnement.

Article 14 – Sécurité - Météorologie

Les agents chargés de la gestion des zones de mouillage assurent une veille météorologique dont ils assurent la diffusion au près des usagers.

Les agents chargés de la gestion des zones de mouillage donnent ordre de quitter les postes d'amarrage quand la sécurité du mouillage n'est plus garantie.

En tout état de cause, les conditions maximales d'exploitation sont fixées à un vent de 7 Beaufort et une hauteur de houle de 1 mètre.

L'État ne pourra en aucun cas être tenu pour responsable des avaries ou naufrages survenus aux navires présents sur la zone.

La bouée météorologique a les caractéristiques suivantes :

- couleur jaune ;
- équipée d'une croix de Saint-André ;
- équipée d'un feu jaune d'une portée de 2 nautiques ;
- ayant un rythme à 5 éclats groupés en vingt secondes.

Les coffres d'amarrage sont de couleur blanche, munis de bandes réfléchissantes, et équipées d'une signalétique permettant leur identification ainsi que le rappel des conditions météorologiques limite d'exploitation.

Article 15 – Sécurité de la navigation

Il est interdit de laisser traîner sur l'eau tout filin ou autre objet flottant susceptible de constituer un obstacle ou un danger à la navigation.

Article 16 – Prévention des incendies

Chaque usager doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter un risque incendie à bord de son navire.

Les navires amarrés ne doivent détenir à leur bord aucune matière dangereuse ou explosive autre que les engins pyrotechniques réglementaires et les carburants ou combustibles nécessaires à leur usage.

Les installations et appareils propres à ces carburants ou combustibles doivent être conformes à la réglementation en vigueur pour les bâtiments de la catégorie.

Le tir et l'usage de feux d'artifice depuis un navire est interdit.

Les travaux à feu nu sont interdits à bord des navires au mouillage.

En cas d'incendie à bord d'un navire, l'usager ou toute personne témoin doit immédiatement avertir le titulaire et le CROSS Méditerranée en Corse (VHF canal 16 ou numéro d'urgence 196).

Les agents des zones de mouillage peuvent solliciter l'aide des équipages des autres navires des zones.

Article 17 – Épaves et navires abandonnés

Tout navire séjournant dans les zones de mouillage doit être maintenu en bon état d'entretien, de flottabilité et de sécurité et doté d'une police d'assurance couvrant tout sinistre qu'il subirait ou provoquerait.

Le titulaire doit informer les services de l'État compétents dès lors qu'un navire est à l'état d'abandon ou dans un état tel qu'il risque de couler ou de causer des dommages aux navires, aux ouvrages de la zone de mouillage ou à l'environnement. La Délégation Mer et Littoral, sur délégation du préfet maritime, engage la procédure de mise en demeure afin de faire cesser le danger et/ou l'entrave prolongée à l'exercice des activités maritimes. Si le nécessaire n'est pas fait dans le délai imparti, il pourra être procédé au retrait du navire de la zone et, le cas échéant, à sa mise à sec, aux frais et risques du propriétaire, sans préjudice de la contravention de grande voirie qui est dressée contre lui.

Lorsqu'un navire a coulé dans l'une des zones de mouillage, le propriétaire est tenu de le faire enlever ou déplacer dans les conditions fixées par le titulaire après consultation de la Délégation Mer et Littoral. À défaut d'action, après mise en demeure de l'autorité, il est procédé à l'enlèvement d'office du navire aux frais et risques du propriétaire.

Article 18 – Gestion des déchets et protection de l'environnement

Tout avitaillement en carburant est interdit à l'intérieur des zones de mouillage.

Il est également interdit :

- de jeter des détritus, des ordures ménagères, des liquides insalubres et notamment des eaux usées, des hydrocarbures (gas-oil, essence, huiles...) ou des matières quelconques dans les eaux des zones de mouillage ;
- d'y faire aucun dépôt, même provisoire.

Aucune opération d'entretien sur les navires amarrés impliquant l'usage de produits décapants, de résines polymères, solvants, d'appareils de soudure, de piquage, ou encore de meulage, n'est autorisée au mouillage. Seul le nettoyage ordinaire des espaces habitables est autorisé. Les travaux de carénage, y compris par brossage ou grattage, ainsi que les travaux de peinture sont interdits.

Le titulaire peut procéder à une collecte des ordures ainsi qu'à une récupération des déchets flottants dans les zones.

Article 19 – Modification des installations

Les usagers des zones de mouillage ne peuvent en aucun cas modifier les installations et équipements mis à leur disposition. Ils sont tenus de signaler sans délai, aux agents chargés de la gestion des zones de mouillage, toute dégradation qu'ils constatent aux installations et équipements mis à leur disposition, qu'elle soit de leur fait ou non.

Les usagers sont responsables des dommages et avaries qu'ils occasionnent, les cas de force majeure exceptés. Les dégradations sont réparées aux frais des personnes qui les ont occasionnées, sans préjudice des suites données à la contravention de grande voirie dressée à leur encontre.

CHAPITRE III

CONSTATATION ET RÉPRESSION DES INFRACTIONS

Article 20 – Constatation des infractions

Le titulaire des zones de mouillage est chargé de la mise en œuvre du présent règlement.

Les infractions au présent règlement et à la réglementation générale sont constatées par les officiers et agents de police judiciaire et par les fonctionnaires et agents de l'État habilités ainsi que les agents de l'Office de l'Environnement de la Corse en charge de la surveillance de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio.

Les infractions à la police du mouillage dans les zones de mouillage peuvent également être constatées par les agents de la commune de Bonifacio assermentés et commissionnés à cet effet par le maire de la commune.

Dans la bande des 300 mètres du rivage et dans le cadre de la police spéciale de baignade et des activités nautiques pratiquées à partir du rivage avec des engins de plage et des engins non immatriculés, les infractions relatives à ces activités peuvent être constatées par les fonctionnaires et agents de la commune de Bonifacio assermentés et commissionnés à cet effet.

Article 21 – Transmission des procès-verbaux

Chaque procès-verbal est transmis, suivant la nature du délit ou de la contravention constaté, à l'autorité en charge de la poursuite et de la répression de l'infraction.

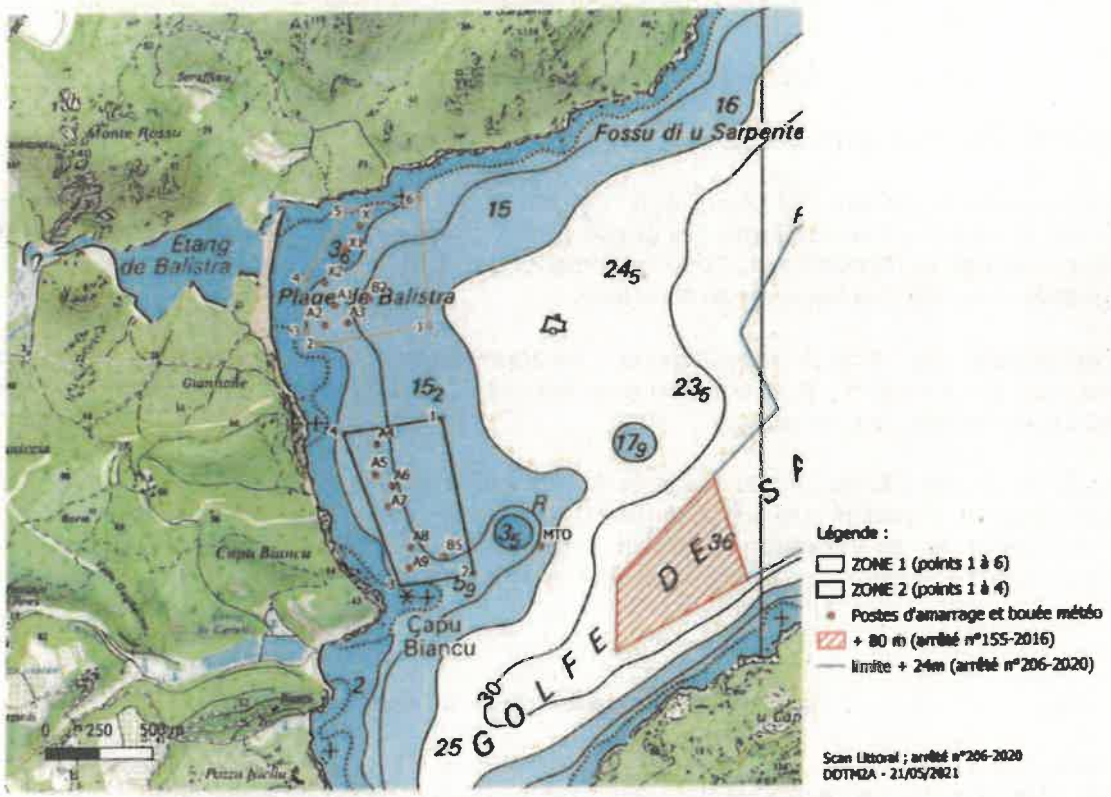
PRÉFET
MARITIME
DE LA MÉDITERRANÉE
Liberté
Égalité
Fraternité

PRÉFET
DE LA CORSE-
DU-SUD
Liberté
Égalité
Fraternité

Annexe II à l'arrêté inter-préfectoral
portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime le long du littoral de la commune de Bonifacio pour la mise en place de deux zones de mouillage composées de coffres d'amarrage dédiés aux navires de 24 mètres et plus et d'une bouée météorologique dans le golfe de Sant' Amanza.

* *

Plan de mouillage



Préfecture maritime de la Méditerranée – BCRM de Toulon
BP 900 – 83 800 Toulon cedex 9
premar.aem.rm@premar-mediterranee.gouv.fr

Préfecture de la Corse-du-Sud – DDTM
Terre-Plein de la gare 20302 AJACCIO Cedex 9
ddtm-sml@corse-du-sud.gouv.fr

PRÉFET
MARITIME
DE LA MÉDITERRANÉE
Liberté
Égalité
Fraternité

PRÉFET
DE LA CORSE-
DU-SUD
Liberté
Égalité
Fraternité

Annexe III à l'arrêté inter-préfectoral portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime le long du littoral de la commune de Bonifacio pour la mise en place de deux zones de mouillage composées de coffres d'amarrage dédiés aux navires de 24 mètres et plus et d'une bouée météorologique dans le golfe de Sant' Amanza.

* *

Suivi général de la qualité des eaux et des sédiments : fréquence et paramètres

Prescriptions concernant le contrôle de la qualité de l'eau et des sédiments						
Eau			Sédiments			
Point de prélèvement	Fréquence	Paramètres	Pts de prélèvements	Fréquence		Paramètres
1 point de prélèvement par zone de mouillage autorisée	1 mi-mai, 1 mi-juin, 1 mi-juillet, 1 fin juillet, 1 mi-août, 1 fin août, 1 mi-sept.	temp° sainité, turbidité, oxygène dissous, ammonium, nitrate, orthophosphate,E coli, entérocoque, indice d'hydrocarbure	1 point de prélèvement par zone de mouillage autorisé	1 tous les 3 ans		type REPOM (voir liste des paramètres ci-dessous)

Paramètres à suivre dans les sédiments

d'après circulaire du 07 mars 1997 relative à la mise en place du REPOM

Et l'Arrêté du 9 août 2006 en vigueur au jour des prélèvements, relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 5.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

Granulométrie
fraction supérieure à 2 mm
Dans la fraction < à 2mm
fraction > à 500 micron
fraction de 500 à 250 micron
fraction de 250 à 163 micron
fraction de163 à 63 micron
fraction de < à 63 micron
fraction < 2 mm

Perte au feu (%)
C O T (%)
Azote (mg/kg)
Phosphore (mg/kg)
P.C.B Totaux (µg/kg)
Congénère 28
Congénère 52
Congénère 101
Congénère 118
Congénère 138
Congénère 153
Congénère 180

Hydrocarbures Polyaromatiques (µg/ kg)
Naphtalène
Acénaphtalène
Acénaphtène
Fluorène
Phénanthrène
Anthracène
Fluoranthène
Pyrène
Benzo(a) anthracène
Chrysène
Benzo(b)Fluoranthène
Benzo(k)Fluoranthène
Benzo(a) pyrène
Benzo(g h i) pérylène
Dibenzo(a h) anthracène
Indéno (1,2,3d)pyrène

Organo- Stanniques
TBT (µg/Kg)
DBT (µg/Kg)
MBT (µg/Kg)

Métaux
Aluminium (mg/kg sec)
Arsenic (mg/kg sec)
Cadmium (mg/kg sec)
Chrome Total (mg/kg sec)
Cuivre (mg/kg sec)
Mercure (mg/kg sec)
Nickel (mg/kg sec)
Plomb (mg/kg sec)
Zinc (mg/kg sec)

Méthyl-mercure (µg/Kg)

Annexe 2. Récépissé de déclaration n°2A-2021-06-18-00004 du 18 juin 2021

PRÉFET
DE LA CORSE-
DU-SUD

Liberté
Égalité
Fraternité

Direction départementale
des territoires et de la mer

Récépissé de déclaration n° 2A-2021-06-18-00004 du 18 JUIN 2021 concernant l'installation de 14 coffres de mouillage de grande plaisance dans le golfe de Sant'Amanza sur la commune de Bonifacio.

Le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud,

Vu le code de l'environnement, et notamment les articles L211-1, L214-1 à L214-6 et R214-1 à R214-56 ;

Vu l'Arrêté du 23 février 2001 fixant les prescriptions générales applicables aux travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu aquatique soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 4.1.2.0 (2°) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié ;

Vu le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Corse 2016-2021 Corse approuvé le 17 septembre 2015 ;

Vu le Plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI) de Corse 2016-2021 approuvé le 22 décembre 2015 ;

Vu le dossier de déclaration au titre de l'article L. 214-3 du Code de l'environnement, comprenant une évaluation d'incidence Natura 2000, reçu le 18/05/2021, déclaré complet le 18/05/2021 et enregistré sous le numéro CASCADE 2A-2021-00013 ;

donne récépissé à :

Commune de Bonifacio (SIRET 21200041800062)
Place de l'Europe
20 169 Bonifacio

de sa déclaration concernant l'installation de 14 coffres de mouillage de grande plaisance dans le golfe de Sant'Amanza sur la commune de Bonifacio.

Le projet consiste à l'installation de 14 ouvrages lestés éco-conçus en béton qui seront posés sur les fonds marins (voir plan en annexe). Leur dimension est de 4,20 m x 4,20 m de large sur 0,85 m à 1,25 m de haut. L'amarrage des bateaux s'effectuera via un coffre qui sera relié à un ouvrage lesté par une ligne de mouillage munie de flotteurs de subsurface pour éviter le ragage sur les fonds.

Nomenclature :

Les ouvrages constitutifs de ces aménagements entrent dans la nomenclature des opérations soumises à déclaration au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement. Les rubriques définies au tableau de l'article R 214-1 du code de l'environnement concernées par cette opération sont les suivantes :

Rubrique	*Intitulé*	*Régime*	*Arrêtés de prescriptions minimales correspondant*
4.1.2.0	Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu : 2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros (D).	**Déclaration**	**Arrêté du 23 février 2001 fixant les prescriptions générales applicables aux travaux [...] relevant de la rubrique 4.1.2.0 (2°)**

Outre le respect des prescriptions générales fixées par la réglementation en vigueur, le déclarant devra se conformer au contenu de son dossier de déclaration.
Le déclarant devra :

- avertir le service risques eau forêt de la Direction Départementales des territoires et de la Mer (DDTM) du début des travaux par écrit au moins 15 jours avant leur commencement. Un modèle de courrier d'information préalable de début de travaux est joint au présent récépissé ;
- prendre toutes les précautions nécessaires afin de prévenir les pollutions accidentelles et les éventuelles dégradations du milieu ;
- informer sans délai le service en charge de la police de l'eau en cas d'incident ou d'accident ;
- assurer en tout temps l'entretien et le bon fonctionnement des ouvrages objets du présent récépissé.

Au vu des pièces constitutives du dossier complet, l'administration ne compte pas faire opposition à la déclaration. Dès lors, **le déclarant peut entreprendre cette opération à compter de la réception du présent récépissé de déclaration.**

Les agents mentionnés à l'article L. 216-3 du Code de l'environnement, et notamment ceux chargés de la police de l'eau et des milieux aquatiques, auront libre accès en tous temps aux installations objets du présent récépissé.

En application de l'article R. 214-40 du Code de l'environnement, toute modification apportée aux ouvrages, installations, à leur mode d'utilisation, à la réalisation des travaux ou à l'aménagement en résultant, à l'exercice des activités ou à leur voisinage et entraînant un changement notable des éléments du dossier de déclaration initial doit être porté, avant réalisation à la connaissance du préfet qui peut exiger une nouvelle déclaration.

Publication :

Le récépissé et la déclaration sont adressés dès à présent à la mairie de la commune de Bonifacio où cette opération doit être réalisée pour affichage pendant une durée minimale d'un mois. Le récépissé sera mis à disposition du public sur le site internet de la préfecture de Corse-du-Sud durant une période d'au moins six mois.

Recours :

La présente décision est susceptible de recours devant le tribunal administratif de Bastia, à compter de sa publication, dans un délai de deux mois par le pétitionnaire et dans un délai de quatre mois par les tiers, dans les conditions de l'article R.514-3-1 du code de l'environnement à compter de la date d'affichage à la mairie de la commune de Bonifacio. Le tribunal administratif peut être saisi par l'application « Telerecours citoyens » accessible par le site www.telerecours.fr

Validité :

En application de l'article R. 214-40-3 du code de l'environnement, la mise en service de l'installation, la construction des ouvrages, l'exécution des travaux, et l'exercice de l'activité objets de votre déclaration, doivent intervenir dans un délai de trois ans à compter de la date du présent récépissé, à défaut de quoi votre déclaration sera caduque.
En cas de demande de prorogation de délai, dûment justifiée, celle-ci sera adressée au préfet au plus tard deux mois avant l'échéance ci-dessus.

Sanction :

En application de l'article R. 216-12 du code de l'environnement, est puni d'une amende prévue pour la contravention de 5e classe le fait de :

- réaliser les travaux sans avoir obtenu le récépissé de déclaration au préalable ;
- réaliser des travaux non conformes au projet fourni lors de la déclaration ;
- réaliser des travaux ne respectant pas les prescriptions générales fournies avec le récépissé de déclaration ou ne respectant pas les prescriptions complémentaires fixées par arrêté préfectoral.

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

Le présent récépissé ne dispense en aucun cas le déclarant de faire les déclarations ou d'obtenir les autorisations requises par d'autres réglementations.

Pour le préfet et par délégation

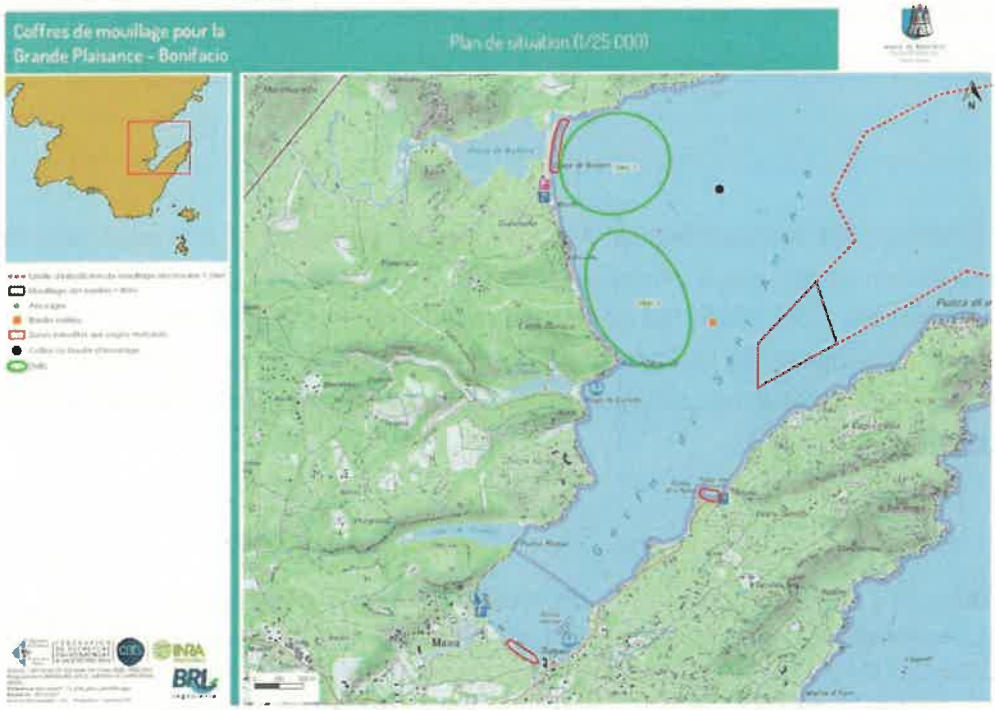
P/le directeur départemental des territoires et de la mer
La chef du SREF

Magali ORSSAUD

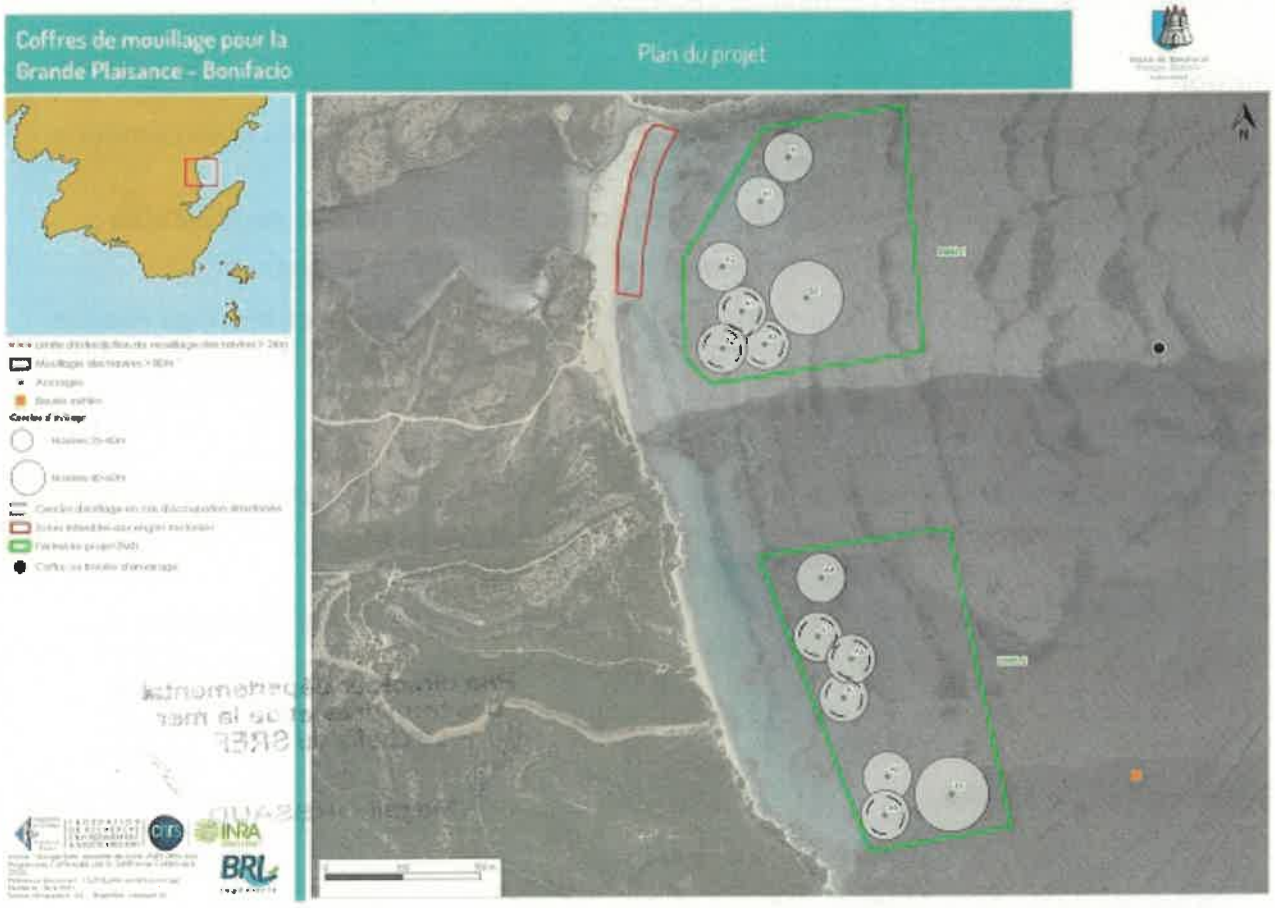
Destinataires du récépissé :
- Pétitionnaire
- Mairie de Bonifacio
- Office Français de la Biodiversité
- Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio
- Recueil des actes administratifs

Annexe

Récépissé de déclaration concernant l'installation de 14 coffres de mouillage de grande plaisance dans le golfe de Sant'Amanza sur la commune de Bonifacio.



Localisation du projet



Plan des installations

Annexe 3. Bilan de la saison 2021 – Rapport d'activité

ZMEL DE GRANDE PLAISANCE

Bilan de la saison 2021

Rapport d'activité

BONIFACIO MARINA

MAIRIE DE BONIFACIO
PALAZZU PUBLICU
bonifacio-mairie.fr

Table des matières

INTRODUCTION 3
I. BILAN D'EXPLOITATION 4
II. BILAN PAYSAGER 7
III. BILAN ENVIRONNEMENTAL 9
IV. BILAN TECHNIQUE 10

INTRODUCTION

Le projet de création de mouillage à Bonifacio comporte 2 ZMELs identiques de 6 bouées pour des navires de 24 à 40 mètres et 1 bouée pour des navires de 40 à 60 mètres.

Ainsi la commune a bâti un modèle d'activité sur 14 bouées d'amarrage au sein de deux ZMELs de 30 ha chacune.

La tarification en vigueur est de l'ordre de 50% des tarifs du port de plaisance (votés en 2018) incluant l'amarrage 24h/24 :

Mouillage organisé de Sant'Amanza - 24m à 60m

Tarification au M², longueur et largeur hors tout du navire ,TVA 20 % incluse

TRANCHE	SURFACE prix calculé au m²	MOYENNE SAISON du 01/06 au 30/06 et du 01/09 au 31/09	HAUTE SAISON 01/07 au 31/08
		NUIT	NUIT
1	< 150m2	0,75 €	1,20 €
2	> à 150m² à 300m²	0,83 €	1,35 €
3	> à 300m² à 600m²	0,95 €	1,65 €
4	> à 600m²	1,00 €	1,95 €
			* De 12h à 12h

I. BILAN D'EXPLOITATION

Pour cette première année, seule la ZMEL 1 a été exploitée et ce du 20 Août au 30 Septembre 2021. Si nous comparons cette période à la fréquentation du port de plaisance, nous pouvons observer que cette période correspond à une baisse d'activité.

Pour cette première année, la gestion de la zone a été assurées par deux agents portuaires présents sur zone de 12h à 18h avec pour missions :

- Assurer les amarrages des navires conformément au planning de réservations,
- Faire un travail de police auprès des navires qui ancraient dans la ZMEL 1,
- Travailler en étroite collaboration avec les agents de contrôle de la RNNBB.

L'analyse de l'occupation permet de retenir les éléments suivants :

- Prise de bouées de 33 navires de 19 à 55 mètres,
- Occupation des bouées sur 41 nuitées
- Durée moyenne du séjour de 1.28 jours.
- Répartition de 2 voiliers pour 31 bateaux à moteur,
- Taux d'occupation de 14.2% pour 41 journées d'exploitation,

A titre d'exemple, les éléments ci-dessous donnent une représentation de l'exploitation lors de la journée du 22 Août 2021 :

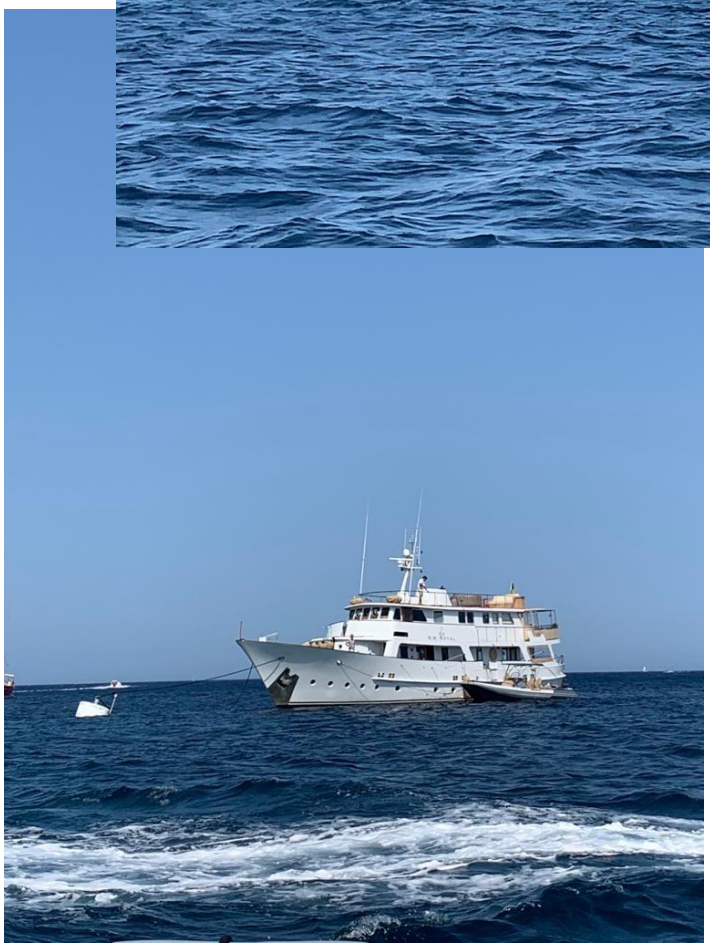
N° de bouées	Taille max	Navire	Dimensions
1	40m	ITHAKA	M37X8
2	40m	TABUA	M20X6
3	40m	KIR ROYAL	M28X5
4	40m	JACK	M19X5
5	40m	ASTRO	M32X7.35
6	40m	SEA ZEN	C20X10
7	60m	LA PELLIGRINA	M50X10

On peut en tirer les observations suivantes :

- la capacité maximale d'accueil des bouées n'est pas atteinte. En effet, sur 7 bouées seule la bouée n°1 est exploitée pleinement avec un navire de 37 mètres occupant une bouée pouvant accueillir des navires de maximum 40 mètres.
- La ZMEL peut générer une attractivité pour des navires non concernés par l'arrêté 206. Exemple du JACK de 19 mètres positionné sur une bouée pouvoir accueillir un navire de 40 mètres.

Nous pouvons ainsi affirmer que la capacité totale d'exploitation n'a été atteinte ni en termes de taux d'occupation (14.2%) ni en termes de capacité.

La mise en exploitation tardive de la ZMEL ne permet pas de tirer des enseignements statistiques valables mais dans l'avenir l'optimisation des bouées fera l'objet d'une évaluation permanente.



Données statistiques :

Date ouverture d'exploitation : 20/08/2021

Date premier navire : 20/08/2021

Date dernier navire : 25/09/2021

Date fermeture d'exploitation : 30/09/2021

Longueur en moyenne : 33.86m

Plus petit navire : 19.2m

Plus grand navire : 55m

Nombre de nuitées : 41

Taux de fréquentation de la zone : 14.2%

Taux de fréquentation par poste :

Bouée 1 : 9/41 = 21.9%

Bouée 2 : 4/41 = 9.7%

Bouée 3 : 4/41 = 9.7%

Bouée 4 : 5/41 = 12.2%

Bouée 5 : 5/41 = 12.2%

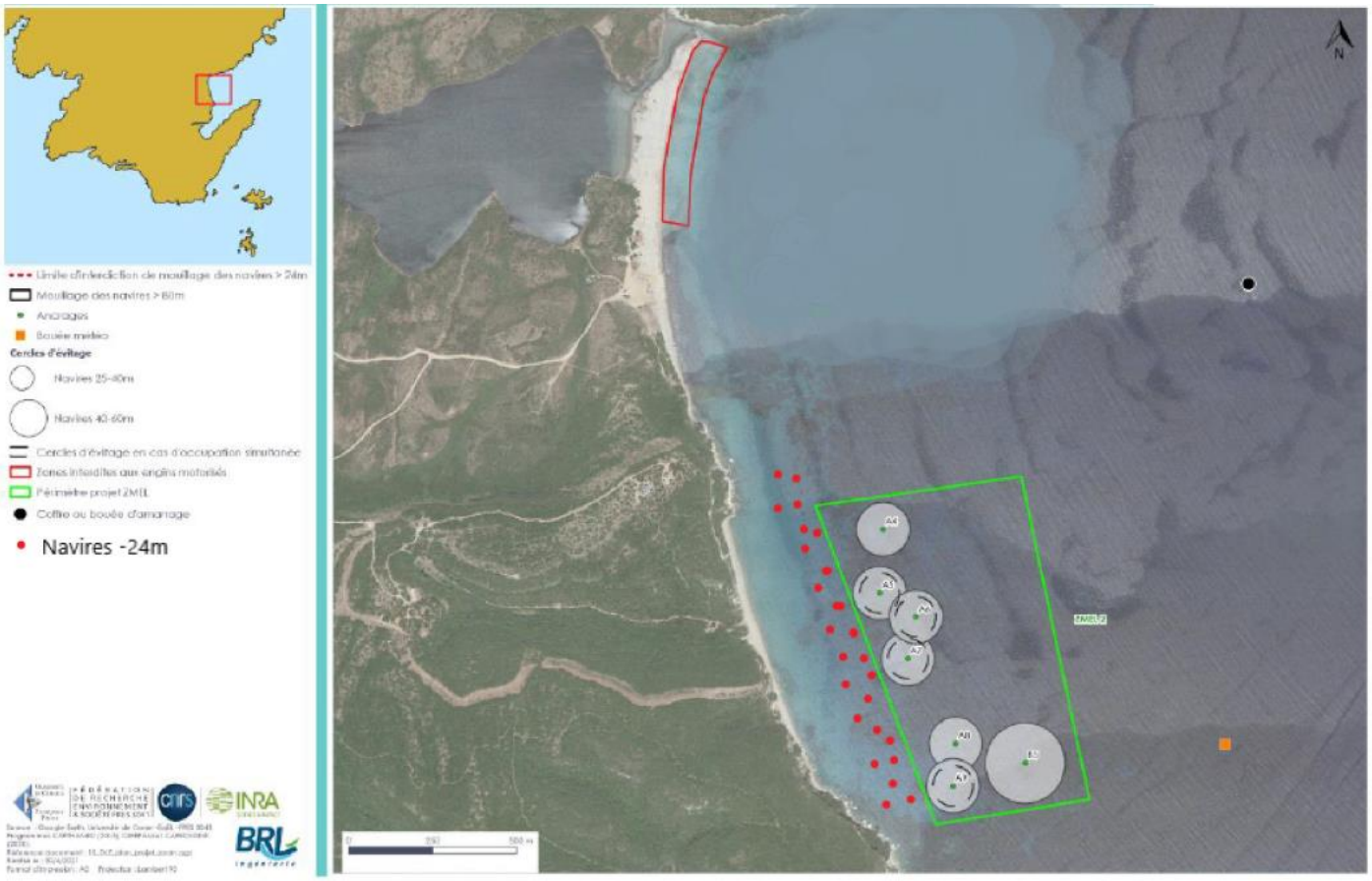
Bouée 6 : 5/41 = 12.2%

Bouée 7 : 9/41 = 21.9%

Durée moyenne du séjour : 1.28 jours

Le type des navires accueillis : 2 voiliers et 31 moteurs

II. BILAN PAYSAGER



:

Le croquis ci-dessus a été basé sur le plan du projet présenté lors des différentes phases administratives. Pour mémoire, les cercles gris sont les cercles d'évitage, la ZMEL 1 de 30 hectares est représenté par la figure verte.

Ont été rajoutés des points rouges pour représenter les nombreux bateaux de moins de 24 mètres ayant coutume de mouiller à l'ouest de la ZMEL 1, à proximité de la côte.

Avec une mise en service tardive et un taux de remplissage maximal atteint un seul jour, il est raisonnable d'avancer que l'exploitation de la ZMEL ait eu un impact paysager très faible en 2021. Ces éléments sont renforcés par les choix du maitre d'ouvrage :

- faible densité de bouées (7 par ZMEL de 30 hectares),
- taille des cercles d'évitage (3 fois la longueur du plus grand navire acceptable par bouée),
- regroupement des ouvrages.

A l'inverse, il est difficile de tirer de l'exploitations 2021 des enseignements définitifs quant aux choix paysagers associés à ce projet.

La phase d'exploitation 2022 fera l'objet d'une analyse permanente et permettra d'établir une évaluation fine de l'impact paysager.

III. BILAN ENVIRONNEMENTAL

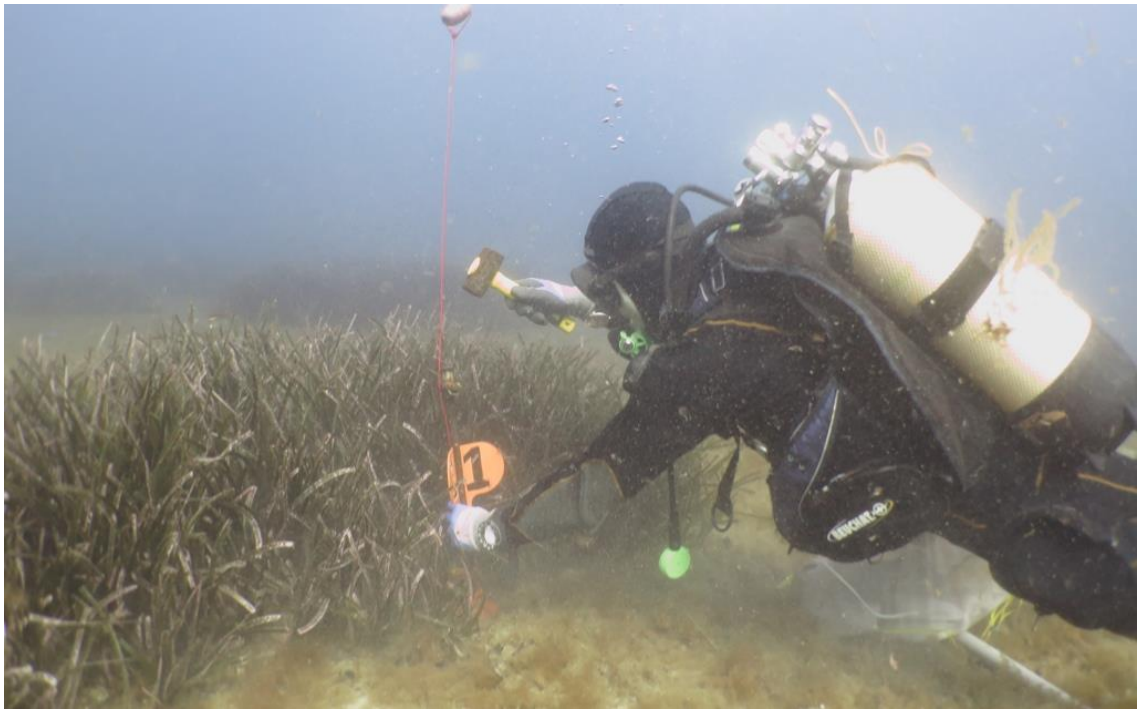
Conformément aux engagements pris par le maitre d'ouvrage, une étude a été commandée afin d'établir l'état initial des herbiers dans les ZMEL.

Le cahier des charges de cette étude a été établi en coopération avec le responsable scientifique de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio.

Une campagne de plongée menée par le cabinet Créocéan en juillet 2021, a permis l'installation de 48 carrés permanents sur la zone des deux ZMEL et la pose de 119 balises sur 14 sites autour de 10 corps morts.
Deux tests de photogrammétrie ont aussi été réalisés sur deux balisages.
La vitalité des herbiers a été analysée dans les carrée permanent ainsi que la densité de la matte morte au moyen d'un pénétromètre.
42 prélèvements de matte morte dans les carrés permanents et 8 prélèvements de sable au niveau de 8 corps ont été effectués pour l'analyse respective de la matière organique et de la granulométrie.

L'équipe scientifique de la RNBB assurera le suivi de l'évolution de l'herbier ;

Le rapport de l'étude CREOCEAN est transmis en annexe (Annexe 1 – Etat initial des herbiers pou le coffrage de grande plaisance de Sant'Amanza).

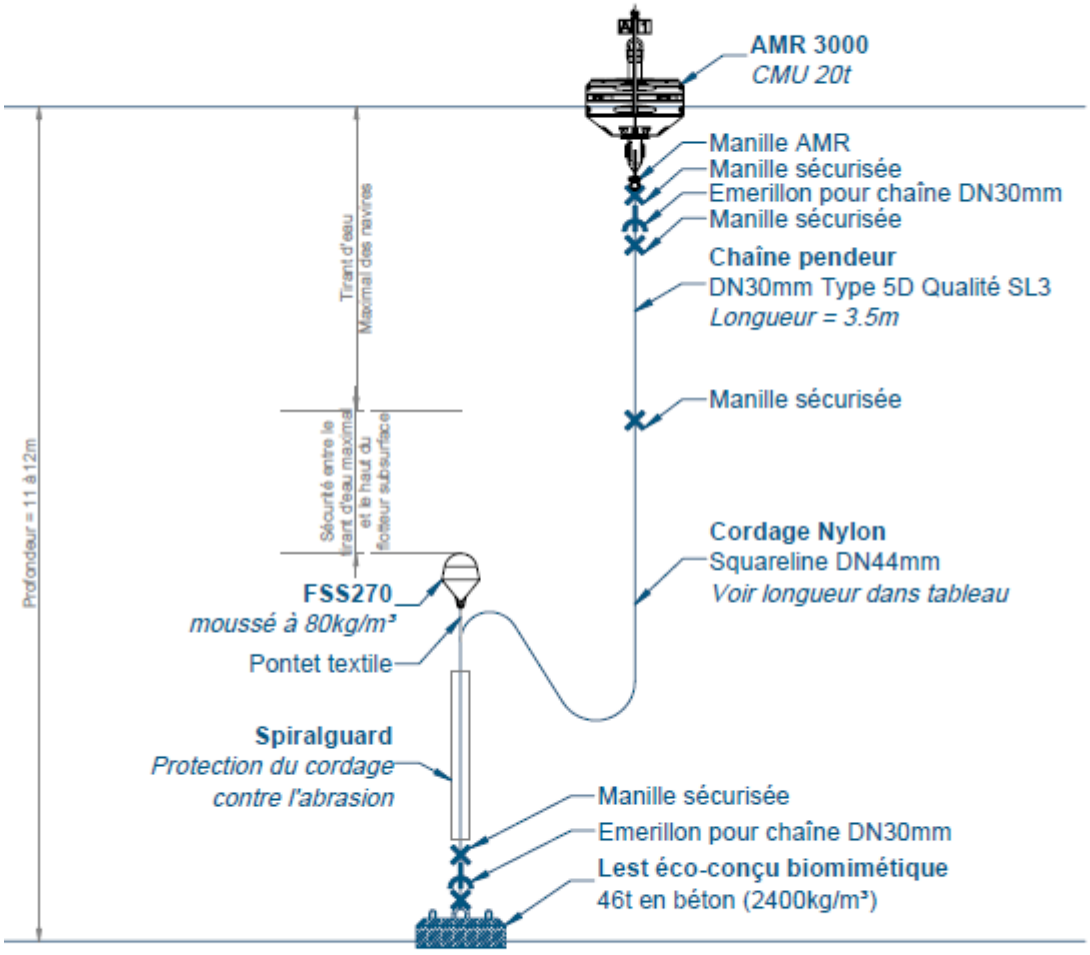


IV. BILAN TECHNIQUE

Un bilan technique du matériel a été effectué par la société Mobilis fournisseur des bouées, chaines et autres équipements secondaires.

Cette analyse s'inscrit dans le cadre de la Tranche optionnelle 2 du marché de conception réalisation. A ce stade, le maitre d'ouvrage reste dans l'attente du rapport définitif.

Coffres de mouillages pour la grande plaisance - Bonifacio
Mouillages Navires de 40 à 60m
Schéma de principe du mouillage



Point	Bathymétrie (m) PBMA	Tirant d'eau max navires (m)	Longueur cordage (m)
B5	12.6m	6m	10m
B2	11.6m	6m	7m

Annexe 4. Bilan de la saison 2022 – Rapport d'activité

ZMEL DE GRANDE PLAISANCE
SANT AMANZA

Bilan de la saison 2022
Rapport d'activité

BONIFACIO marina

MAIRIE DE BONIFACIO
PALAZZU PUBLICU
bonifacio-mairie.fr

Table des matières

INTRODUCTION 2
I. BILAN D'EXPLOITATION 2
II. BILAN PAYSAGER 4
III. BILAN ENVIRONNEMENTAL 6
IV. BILAN TECHNIQUE 8

INTRODUCTION

Le projet de création de mouillage à Bonifacio comporte 2 ZMELs identiques de 6 bouées pour des navires de 24 à 40 mètres et 1 bouée pour des navires de 40 à 60 mètres.

Ainsi la commune a bâti un modèle d'activité sur 14 bouées d'amarrage au sein de deux ZMELs de 30 ha chacune.

La tarification en vigueur est de l'ordre de 50% des tarifs du port de plaisance incluant l'amarrage 24h/24 :

Mouillage organisé de Sant'Amanza - 24m à 60m

Tarification au M², longueur et largeur hors tout du navire ,TVA 20 % incluse

TRANCHE	SURFACE prix calculé au m²	MOYENNE SAISON du 01/06 au 30/06 et du 01/09 au 31/09	HAUTE SAISON 01/07 au 31/08
		NUIT	NUIT
1	< 150m2	0,80 €	1,15 €
2	> à 150m² à 300m²	0,95 €	1,45 €
3	> à 300m² à 600m²	1,05 €	1,75 €
4	> à 600m²	1,10 €	2,05 €

I. BILAN D'EXPLOITATION

L'année 2002 marque la première saison d'exploitation complète des 2 ZMELs ont du 1er Juin au 30 Septembre.

La gestion de la zone a été assurées par deux agents portuaires présents de 11h à 18h avec pour missions :

- Assurer les amarrages des navires conformément au planning de réservations,
- Faire un travail de surveillance auprès des navires qui ancraient dans les ZMELs,
- Assurer le relai avec les services de police de l'environnement si besoin (contrôle de la RNNBB).

L'analyse de l'occupation permet de retenir les éléments suivants :

- Temps d'ouverture des mouillages : 122 jours hors fermeture météo
- Nombre de bateaux amarrés : 307 navires (de 9.2 à 60 mètres),
- Nombre de nuitées : 356 nuitées
- Durée moyenne du séjour : 1.15
- Taux d'occupation de 21% sur l'ensemble de la période, réparties comme suit : 7% en Juin, 33% en Juillet, 38% en Aout et 6% en septembre

A titre d'exemple, les éléments ci-dessous donnent une représentation de l'exploitation lors de la journée du 23 Août 2022 :

N° de bouées	**Taille max**	**Navire**	**Dimensions**
1	40m	FLEUR	M35X7
2	40m	MR. MAVERICK	M25X6
4	40m	BLUMAR	M23X6
5	40m	LADY VOLANTIS	M34X7
7	60m	SIR ROBERT BADEN POW	S32X6.5
9	40m	LADY LARISA	M27X7.5
10	40m	SEA CORAL 2	M32X7.5
13	40m	GREYGOOSE	M29X7
14	60m	BROADWATER	M50X10

Cette saison année 2022, étant la 1ère réalisée entièrement, nous permet de tirer un certain nombre d'enseignement.

Tout d'abord, nous avons constaté une préférence pour la ZMEL sud, généralement plus demandée avec une moyenne de taux d'occupation de près de 10% contre 3% pour la ZMEL nord.

Nous pouvons aussi constater que la capacité totale d'exploitation n'a été atteinte ni en termes de taux d'occupation globale (21% sur la saison) ni sur une journée (12 bateaux amarrés sur une journée).

Il est également intéressant de voir que la ZMEL peut générer une attractivité ou un besoin pour des navires de taille inférieure à 24 mètres. En effet, au total 56 nuitées concernent ces navires. A titre d'exemple, nous avons accueilli un voilier de 13m (COPERNICUS) le 22/08 car ce dernier a connu une avarie moteur.

Il parait important de garder en mémoire qu'il s'agit de la première saison d'exploitation pleine et entière.

Données statistiques :

Date ouverture : 01/06/2022

Date premier navire : 01/06/2022

Date dernier navire : 25/09/2021

Date fermeture : 30/09/2021

Longueur en moyenne : 34.25

Plus petit navire : 9.2m

Plus grand navire : 60m

Nombre de nuitées : 356

Taux de fréquentation de la zone : 21%

Taux de fréquentation par poste :

Bouée 1 : 8/356 soit 2%

Bouée 2 : 11/356 soit 3%

Bouée 3 : 10/356 soit 4%

Bouée 4 : 14/356 soit 4%

Bouée 5 : 15/356 soit 4%

Bouée 6 : 14/356 soit 4%

Bouée 7 : 28/356 soit 8%

Bouée 8 : 32/356 soit 9%

Bouée 9 : 37/356 soit 10%

Bouée 10 : 33/356 soit 9%

Bouée 11 : 30/356 soit 9%

Bouée 12 : 48/356 soit 14%

Bouée 13 : 29/356 soit 8%

Bouée 14 : 50/356 soit 14%

Durée moyenne du séjour : 1.15 jours

II. BILAN PAYSAGER

Avec un taux de remplissage maximal n'ayant pas été atteint ainsi qu'une moyenne de :

- 1 bateau en Juin
- 4.5 bateaux en Juillet
- 5.5 bateaux en Août
- 1 bateau en Septembre

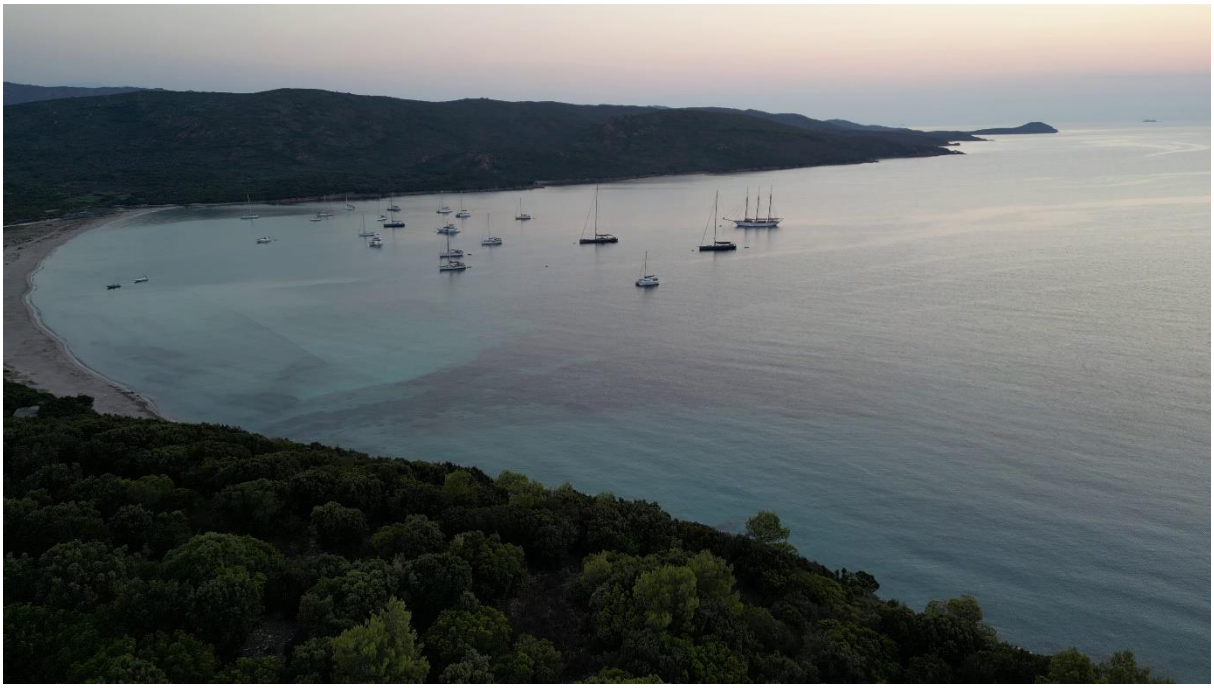
Il est ainsi raisonnable d'avancer que l'exploitation des ZMELs ait eu un impact paysager très faible en 2022. Ces éléments sont renforcés par les choix du maitre d'ouvrage :

- faible densité de bouées (7 par ZMEL de 30 hectares),
- taille des cercles d'évitage (Rayon d'évitage 1.5 Fois la longueur du plus grand navire acceptable par bouée),
- regroupement des ouvrages.

Néanmoins, la présence de navires de moins de 24 mètres, parfois en nombre, situées à l'intérieur ou l'extérieur des ZMELs peut avoir un impact paysager.

7 Aout 2022 à 14h

8 Aout 2022 à 6h



8 Aout 2022 à 14h30

III. BILAN ENVIRONNEMENTAL

Conformément aux engagements pris par le maitre d'ouvrage, une étude a été commandée en 2021 afin d'établir l'état initial des herbiers dans les ZMELs. Le cahier des charges de cette étude a été établi par le responsable scientifique de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio en relation avec le Conseil Scientifique le RNBB.

En 2022, à l'issue de la période d'exploitation, le scientifique de l'état de conservation des herbiers a été effectuée par l'équipe scientifique de la RNBB. Ci-dessous, la partie *Conclusions et perspectives.*

V- Conclusion et perspectives

Cette étude s'inscrit dans la continuité de la démarche impulsée par l'U.A.C./O.E.C., gestionnaire de la R.N.B.B. et son Conseil Scientifique afin de suivre l'impact potentiel sur le milieu naturel des coffres d'amarrages positionnés dans la baie de Balistra (Golfe de Sant'Amanza) en 2021. Elle a permis dans un premier temps de sécuriser le balisage des dispositifs de suivis scientifiques *in situ* devant servir de référence à ce suivi dans les prochaines années, de signaler la non-conformité de certains coffres d'amarrage, ainsi que de définir les bases nécessaires à la réalisation d'un suivi sur le long terme, proposées ci-après :

- Concernant l'étude de la vitalité des herbiers à *Posidonia oceanica*, le service A.P.M.I.L. de l'U.A.C./O.E.C. a appliqué en 2022, une méthode d'échantillonnage plus robuste que celle proposée l'année précédente avec une augmentation conséquente du nombre de réplicas par carré permanents. Cette démarche a conduit à la non prise en compte des résultats obtenus en 2021 pour la densité foliaire, le déchaussement et le pourcentage de rhizomes plagiotropes. Les résultats obtenus en 2022 pour ces paramètres, ont donc été pris pour référence dans la définition de l'état initial ou état zéro, des herbiers sur la zone d'étude.

- Pour la compacité de la matte, il semble également important d'augmenter le nombre de réplicas afin d'améliorer la robustesse de l'échantillonnage afin de bénéficier de données inter-annuelles comparables comme le montre l'étude commandée par l'O.E.C/U.A.C à la STARESO, jointe en annexe V du présent rapport (Fontaine *et al*., 2022).

- Les résultats enregistrés aux abords des coffres d'amarrage et de la bouée météo ne présentent pas de différences significatives en ce qui concerne le taux de recouvrement des herbiers à *Posidonia oceanica* entre 2021 et 2022. Ils témoignent actuellement, d'un herbier généralement stable avec peu ou pas de progression de ce paramètre.

- Concernant les micro-cartographies des limites d'herbiers vivants et de mattes mortes, des évolutions sont notées autour des coffres A5 et A6. L'ensablement de la limite A5 ayant déjà été notifié en 2021, et le dépôt de feuilles mortes observé sur la limite B5 pouvant être un phénomène temporaire, de nouvelles observations sur site dans les années à venir seront déterminantes pour affirmer ou non cette tendance à la régression, tenant compte du courant principalement orienté du nord vers le sud sur l'ensemble de la baie. Pour la limite A6, une petite régression de l'herbier semble apparaître mais méritera un suivi sur une plus longue période pour être confirmée ou infirmée. Il serait possible d'envisager, concernant ces limites potentiellement problématiques, un suivi complémentaire plus précis, en appliquant la méthode préconisée dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonies (Meinesz, 1977 ;

- En se référant strictement au protocole, ce suivi couvrant 14 coffres d'amarrage, 48 carrés permanents et 15 limites d'herbiers, devra être réalisé tous les ans sur le site.
  Dans les années à venir, il sera nécessaire de mettre en place les dispositifs de suivi manquant (perdus ou non installés en 2021), soit la limite A3, ainsi que les carrés permanents A1d, A3c, A3d, A4c, A4d, B2c, B2d, B5c, B5d et X2, de manière à compléter le suivi scientifique tel que prévu dans l'arrêté préfectoral. Des plongées de renforcement supplémentaires seront également nécessaires chaque année pour pérenniser les stations de comptage.

  Les résultats obtenus en 2022, nous laissent supposer qu'un allongement de la périodicité de ce suivi pourrait être envisagé à 2 ans avec l'accord du Conseil scientifique de la R.N.B.B.. La micro-cartographie des limites d'herbiers problématiques pourra être vérifiées annuellement.

Les futures campagnes de suivi apporteront des précisions quant à l'évolution de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* aux alentours des coffres d'amarrage des Z.M.E.L. expérimentales de Balistra afin de permettre au gestionnaire d'assurer la réversibilité de l'expérimentation en cas d'impact significatif sur la nature. **Compte tenu du manque de références disponibles dans la littérature scientifique sur le sujet et du manque de recul dont nous disposons sur ces infrastructures sous-marines, nous pouvons supposer qu'aucune conclusion ne pourra être émise avant la 5ème année de suivi sur la zone.**

Les données collectées permettront également d'assurer une surveillance de l'état de santé général des herbiers dans la zone en complément du projet de restauration, RENFORC, actuellement en place sur le secteur d'étude. L'impact particulièrement important de l'ancrage dans les herbiers du golfe de Sant'Amanza, avec 15.9 % des herbiers détruits en une année (Pergent-Martini, 2020), souligne la nécessité de conserver cet écosystème d'importance dans les équilibres écologiques et physiques du système littoral, au sein d'un secteur particulièrement sensible de la R.N.B.B..

IV. BILAN TECHNIQUE

L'inspection des coffres de Sant'Amanza à Bonifacio à l'issue de la saison 2022 a été réalisée par l'entreprise MOBILIS fournisseur du matériel. Les équipements ont été déposés sur la dalle du centre municipal de Bonifacio.

L'hivernage des coffres a été fait sur un quart de flotteur et provoque un affaissement/déformation. Il est recommandé de les stocker sur la jonction entre deux quarts de flotteurs pour éviter cela.

Concernant la bouée météo, la batterie est descendue sous un seuil trop faible et nécessite son remplacement. A l'avenir, déconnecter la batterie dès la dépose de la bouée a terre.

Les panneaux solaires ont été débranchés et la perche maintenant le capteur de courant a été remise dans son tube afin de le protéger.

En vue de la préparation de la saison 2023, il sera nécessaire de :

- Effectuer un échange standard du matériel détérioré ;
- Modifier le système de fixation de la bouée de sub-surface (manille textile sacrificielle) ;
- Modifier le système de sécurisation des manilles (goupilles).

Globalement, les équipements sont dans un bon état et ne montrent pas de trace d'usure prématurée.
Il est à noter que les détériorations observées sur le matériel sont en partie dues aux opérations de montage et démontage.

Annexe 5. Bilan de la saison 2023 – Rapport d'activité

ZMEL DE GRANDE PLAISANCE

SANT AMANZA

Bilan de la saison 2023

Rapport d'activité

BONIFACIO marina

MAIRIE DE BONIFACIO
PALAZZU PUBLICU
bonifacio-mairie.fr

Table des matières

INTRODUCTION 3
I. BILAN D'EXPLOITATION 3
1.1 Bilan technique 4
1.2 Le vent d'est, véritable frein en termes d'exploitation 5
1.3 La bouée marine, une offre nécessaire mais pas totalement en phase avec le besoin 5
1.4 2ème année d'exploitation, des enseignements qui se confirment 5
1.5 Données statistiques et analyses 6
II. BILAN PAYSAGER 7
III. BILAN ENVIRONNEMENTAL 12

INTRODUCTION

Le projet de création de mouillage à Bonifacio comporte 2 ZMELs identiques de 6 bouées pour des navires de 24 à 40 mètres et 1 bouée pour des navires de 40 à 60 mètres.

Ainsi la commune a bâti un modèle d'activité sur 14 bouées d'amarrage au sein de deux ZMELs de 30 ha chacune.

En 2023, après un conventionnement avec la préfecture maritime de méditerranée, la bouée dite « marine » a pu être utilisée pour la plaisance. Le port de Bonifacio a ainsi complété son offre en proposant ainsi une bouée pour les navires de maximum 75m. Sur les 4 mois d'exploitation, la marine a utilisé le coffre durant 19 nuitées.

La tarification en vigueur est de l'ordre de 50% des tarifs du port de plaisance incluant l'amarrage 24h/24 :

MOUILLAGE ORGANISE DE SANT'AMANZA - 24m à 60m

TARIFS DU MOUILLAGE 2023

Tarification au M², longueur et largeur hors tout du navire ,TVA 20 % incluse

PASSAGE / TAXE DE SEJOUR 0,88 € / PAX / JOUR					
TRANCHE	SURFACE prix calculé au m²	Du 01/06 au 09/06 et du 16/09 au 30/09	Du 10/06 au 30/06 et du 01/09 au 15/09	Du 01/07 au 10/07 et du 26/08 au 31/08	Du 11/07 au 25/08
		NUIT	NUIT	NUIT	NUIT
1	< 150m2	0,85 €	1,00 €	1,15 €	1,30 €
2	> à 150m² à 300m²	1,00 €	1,15 €	1,45 €	1,55 €
3	> à 300m² à 600m²	1,20 €	1,30 €	1,75 €	1,90 €
4	> à 600m²	1,35 €	1,45 €	2,05 €	2,25 €

* De 12h à 12h

I. BILAN D'EXPLOITATION

L'année 2023 marque la deuxième saison d'exploitation complète des 2 ZMELs du 1er Juin au 30 Septembre.

La gestion de la zone a été assurées par deux agents portuaires présents de 11h à 18h avec pour missions :

- Assurer les amarrages des navires conformément au planning de réservations,
- Faire un travail de surveillance auprès des navires qui ancraient dans les ZMELs,
- Assurer le relai avec les services de police de l'environnement si besoin (contrôle de la RNNBB).

L'analyse de l'occupation permet de retenir les éléments suivants :

- Temps d'ouverture des mouillages hors fermeture météo : 122 jours
- Temps d'ouverture des mouillages effectives : 110 jours
- Temps d'ouverture en nuitées : 1565
- Nombre de bateaux amarrés : 238 navires (de 15 à 70 mètres),
- Nombre de nuitées : 279 nuitées
- Durée moyenne du séjour : 1.17

- Taux d'occupation exprimé sur la période d'exploitation est de 19%, réparties comme suit : 6% en Juin, 28% en Juillet, 39% en Aout et 3% en septembre

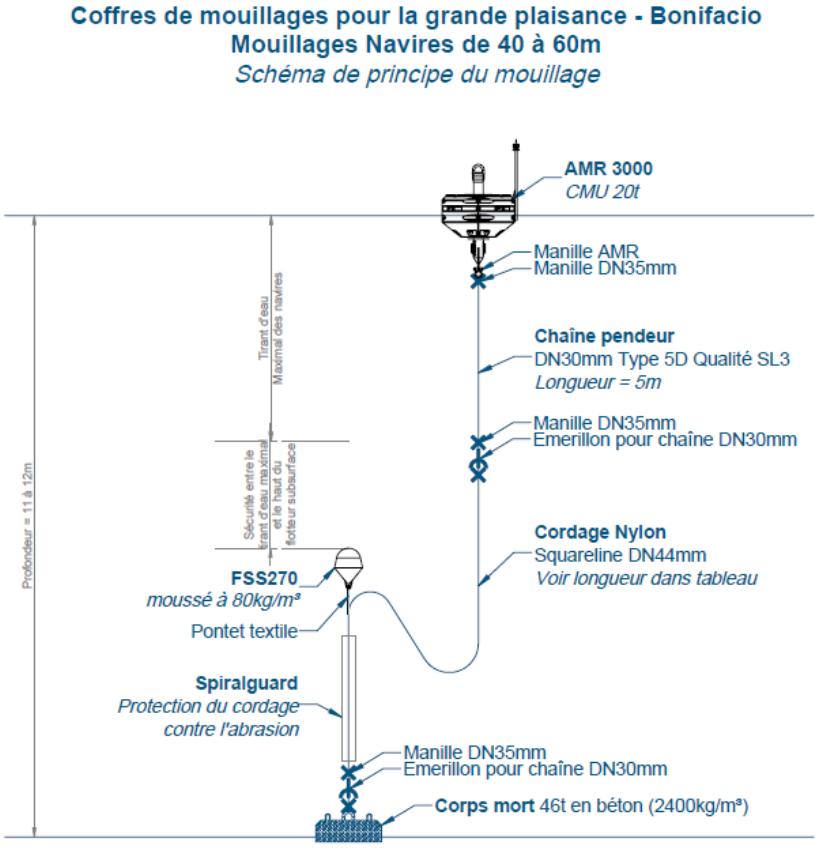
1.1 Bilan technique

Pour la première fois depuis l'exploitation des ZMELs, un problème technique majeur a été rencontré, avec l'occurrence de 2 événements identiques :

- Le 1ier juillet, le S/Y ENTERPRISE a rompu son mouillage sur la bouée 14, une bouée dédiée aux bateaux de 60m
- Le 13 juillet, le M/Y RUYA a rompu son mouillage sur la bouée 6, une bouée dédiée aux bateaux de 40m

Après échange avec notre AMO et les équipes techniques ayant travaillé sur ces ouvrages, le constat suivant a été établi :

- Les 2 problèmes techniques se sont produits au même endroit sur la squareline sur la position de fixation de la bouée de subsurface (partie textile du mouillage représentée sur l'image A).
- Les 2 problèmes techniques se sont produits en deçà des capacités de résistances théoriques des ouvrages
- Le premier cas nous a amené à envisager une usure non identifiée ou prématurée du matériel (monté en 2021, utilisé en 2022 et expertisé pendant l'hiver dernier)
- Le deuxième cas nous impose le constat de la présence d'un point de fragilité sur le mouillage : rupture au même endroit (matériel neuf, renouvelé en 2023 après expertise).



Point	Bathymétrie (m)	Tirant d'eau max navires (m)	Longueur cordage (m)
B5	11.0m	5m	11m
B2	12.0m	6m	12m

Image A : Présentation du mouillage

Le lundi 17 juillet, le groupe de travail est réuni et valide le remplacement des squarelines par de la chaine. Ce choix a été validé par le bureau d'étude de Mobilis, fournisseur du matériel et contrôlé par un second bureau d'étude, SOFID.

Durant la période de transition, les limites d'exploitation sont diminuées avec un vent maximum de 25 kts au lieu de 34 kts.

Aucun autre problème technique n'a été identifié depuis le changement de matériel qui est intervenu le 9 aout 2023.

1.2 Le vent d'est, véritable frein en termes d'exploitation

Les conditions de vent exceptionnelles durant la saison ont amené la direction a fermé les ZMELs 4 jours en juillet, 6 jours en août et 2 jours en septembre. Aussi, malgré une intensité relativement faible, les jours de vent d'Est ont amené les plaisanciers à annuler leur séjour.

A titre d'exemple entre le 1er Aout et le 20 août, période de forte affluence de la grande plaisance sur notre littoral, nous avons n'avons eu aucun bateau sur les bouées les : 1e, 2, 4, 5, 6 août. La mise en parallèle de cette statistique avec les bulletins météos démontrent que le vent d'Est à cette période en est la principale explication.

1.3 Exploitation de la Bouée Marine Nationale

La bouée marine vient ajouter 12 nuitées supplémentaires. Néanmoins notre expérience de terrain, étant le fruit d'échanges avec les capitaines a pu démontrer un point clé. Le coffre de la marine, bien qu'il soit une offre, ne répond pas entièrement aux attentes de la clientèle. En effet, la bouée est située à 1200m de la côte la plus proche. A l'inverse, la zone de mouillage destinée au + de 45m est située à une distance de 350m. Dans le cas de la bouée, le service proposé et la sécurité d'amarrage sont des points importants, néanmoins il y a également des contraintes liées à l'exposition au vent, à la nécessité de lamanage et au coût.

1.4 2ème année d'exploitation complète, des enseignements qui se confirment

Tout d'abord, nous avons pu observer, tout comme la 1ère année, qu'il y a une préférence pour la ZMEL sud, généralement plus demandée avec une moyenne de taux de répartition 60% zone sud et 40% zone nord.

Nous pouvons aussi remarquer que la capacité totale d'exploitation n'a pas été atteinte en termes de taux d'occupation globale (18% sur la saison) néanmoins lors de la période d'exploitation de 11 bouées, en attendant la réparation des bouées 6 et 7, nous avons accueilli 15 bateaux le 9 août et 13 bateaux le 10/08. En effet, cela a été possible avec la mise à disposition d'une ou plusieurs bouées à deux reprises : la journée pour l'un et la nuit pour le second.

Il est également intéressant de voir que la ZMEL peut générer une attractivité ou un besoin pour des navires de taille inférieure à 24 mètres. En effet, au total 34 nuitées concernent ces navires.

1.5 Données statistiques et analyses

1.5.1 Statistiques brutes

Date ouverture : 01/06/2023
Date fermeture : 30/09/2023
Date premier navire : 01/06/2023
Date dernier navire : 21/09
Longueur en moyenne : 33.34
Plus petit navire : 15m
Plus grand navire : 70.70
Nombre de nuitées : 288
Taux de fréquentation de la zone : 18%

1.5.2 Statistiques rapportés à la période d'exploitation en comparaison avec l'année 2022 et mises en rapport avec le contexte régional

Statistiques de Sant'Amanza

	Journées d'escales	Journées d'escales ramenées à la période d'exploitation
JUIN	-13%	-13%
JUILLET	-23%	-6%
AOUT	-17%	10%
SEPTEMBRE	-52%	-49%
Depuis le 01/06	**-21%**	**-3%**

- Juillet : 4 jours de fermeture en 2023 et 0 en 2022
- Août : 6 jours de fermeture en 2023 et 0 en 2022
- Septembre : 2 jours de fermeture en 2023 et 0 en 2022

1.5.3 Contexte local

JOURNEES D'ESCALES DES + DE 24M		
Juin-23	345	4%
Juin-22	333	
Juil-23	657	-12%
Juil-22	744	
Aout 2023	709	-3%
Aout 2022	732	
Sept-23	269	1%
Sept-22	266	

LONGUEUR MOYENNE DES + DE 24M		
Juin-23	37	-4%
Juin-22	38,5	
Juil-23	37	0%
Juil-22	37	
Aout 2023	36	-1%
Aout 2022	36,5	
Sept-23	37	3%
Sept-22	36	

Il apparait nécessaire d'analyser la fréquentation du port afin de la mettre en perspective avec les chiffres de fréquentation des ZMELs de Sant'Amanza.

Pour cette catégorie de bateau nous constatons qu'en moyenne :

- Le nombre de journées d'escales de 2023 par rapport à 2022 est en recul de 5%
- La longueur moyenne de 2023 par rapport à 2022 est en recul de 1%

Bien qu'il apparaisse difficile de comparer les périodes de fréquentation, la tendance générale est néanmoins à la baisse.

II. BILAN PAYSAGER

Au regard de la fréquentation détaillé ci-dessus, il apparait raisonnable d'avancer que l'exploitation des ZMELs ait eu un impact paysager très faible en 2023. Ces éléments sont renforcés par les choix du maitre d'ouvrage :

- Faible densité de bouées (7 par ZMEL de 30 hectares),
- Taille des cercles d'évitage (Rayon d'évitage 1.5 Fois la longueur du plus grand navire acceptable par bouée),
- Regroupement des ouvrages.

Néanmoins, la présence de navires de moins de 24 mètres, souvent en nombre, situées à l'intérieur ou l'extérieur des ZMELs peut avoir un impact paysager. La photo de drone du 8 août 2022 en est la caractérisation parfaite. Vous retrouverez des photos prises en 2023 ci-dessous.

Pour mémoire, il y a seulement 7 bouées à destination des navires de plus de 24m dans la ZMEL sud. La quantité de bateaux est à minima multipliée par 4 avec le mouillage des bateaux de moins de 24m.

8 août 2022

6 juillet 2023, 16h11

9 août 2023 à 13h27

9 août 2023 à 13h27

10 août 2023 à 12h48

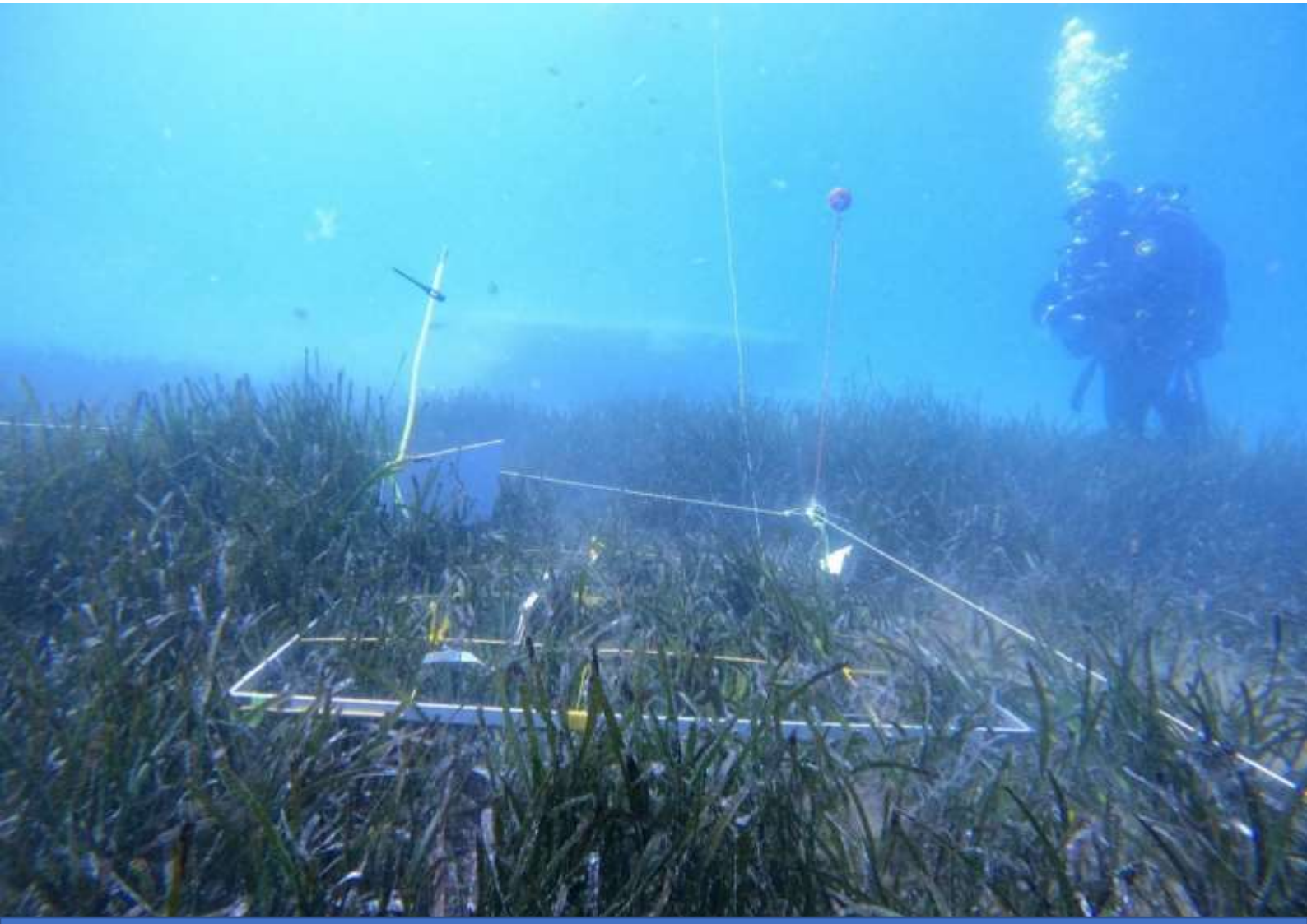
III. BILAN ENVIRONNEMENTAL

A la demande de l'Office de l'Environnement de la Corse lors du dernier comité consultatif de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio en date du 13 mars 2023, le suivi scientifique sera effectué tous les deux ans.

Ainsi, la prochaine étude sera réalisée en 2024.

Annexe 6. Etat initial et suivi scientifique de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans les Z.M.E.L. expérimentales de Balistra (Golfe de Sant'Amanza, Réserve naturelle des Bucchi di Bunifaziu). Février 2023

UFFIZIU DI L'AMBIENTE DI A CORSICA



Riserva Naturali di i Bucchi di Bunifaziu

Etat initial et suivi scientifique de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans les Z.M.E.L. expérimentales de Balistra (Golfe de Sant'Amanza)

Service Aires Protégées de la Mer des Iles et du Littoral (A.P.M.I.L.)

Février 2023

Etat initial et suivi scientifique de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans les Z.M.E.L. expérimentales de Balistra (Golfe de Sant'Amanza, Réserve naturelle des Bucchi di Bunifaziu).

Février 2023

Auteurs :

- SANTONI Marie-Catherine (Responsable du pôle scientifique, service A.P.M.I.L.)
- CESARI François (Assistant du pôle scientifique, service A.P.M.I.L.)

Responsable de la mission : Jean-Michel CULIOLI (Chef du service A.P.M.I.L.)

Contribution, appui technique :

- Paul PESCHET, Olivier DESANTI, Nicolas NEGRE, Vincent NUVOLI, Thierry FARRO (pôle hyperbare, service A.P.M.I.L.)
- Sébastien SUSINI, Jean-Baptiste LANFRANCHI (pôle scientifique, service A.P.M.I.L.)
- Viviane SORBA (SIG, service A.P.M.I.L.) et Stéphane CARLES (SIG, service Moyens)

Remerciements :

Nous remercions les membres du Groupe de Travail « grande plaisance » du Conseil scientifique de la réserve naturelle des Bucchi di Bunifaziu pour la relecture finale de l'étude :

PERGENT-MARTINI Christine – Ecologie marine spécialisée dans les écosystèmes littoraux et la gestion de la biodiversité marine (Aire Marines Protégées, plans d'action pour la conservation). MCF-HDR (Université de Corse Pasquale Paoli)

PERGENT Gérard – Ecologie marine, spécialisé dans les écosystèmes littoraux à base de magnoliophytes marines. Professeur émérite (Université de Corse Pasquale Paoli)

OBERTI Pascal –Économiste du développement durable, spécialisé en analyse multicritère de l'évaluation et de l'aide à la décision. MCF-HDR (Université de Corse Pasquale Paoli)

Ce rapport doit être cité sous la forme :

Santoni M.C et Cesari F., 2023. Etat initial et suivi scientifique de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans les Z.M.E.L. expérimentales de Balistra (Golfe de Sant'Amanza). Rapport scientifique. Office de l'Environnement de la Corse, Réserve naturelle des Bucchi di Bunifaziu. 50p + annexes.

Sommaire

I- Contexte de l'étude 2
II- Matériel et méthode 4
II.1- Présentation du secteur d'étude 4
II.2- Stratégie d'échantillonnage 7
II.2.a Protocole d'échantillonnage 7
II.2.b Etat initial des herbiers à *Posidonia oceanica* par le bureau d'étude Creocean en 2021 8
II.2.c Mission de renforcement des dispositifs (OEC 2021) 9
II.2.d Protocole d'échantillonnage in situ réalisé par l'U.A.C./O.E.C. en 2022 : 10
III- Résultats : 14
III.1- Effort d'échantillonnage : 14
III.2- Synthèse des résultats obtenus dans les carrés permanents 15
III.3- Mosaïques des carrés permanents réalisés : 16
III.4- Pourcentage de recouvrement des carrés permanents (herbier, matte morte, sédiment) .. 20
III.5- Micro-cartographie – Reconstitution des limites d'herbier par assemblage photo 21
III.6- Vérification du positionnement des coffres d'amarrage sur le plan d'eau en 2022 37
IV- Discussion 41
V- Conclusion et perspectives 46
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 48
ANNEXES 51
Annexe I : Planche photo des carrés permanents photographiés en 2021 par Creocean 51
Annexe II : Pourcentage de recouvrement des carrés permanents 53
Annexe III : Arrêté préfectoral N° N2A-2021-035-3100001 54
Annexe IV : Avis du conseil scientifique 73
Annexe V : Rapport STARESO, 2022 (Etude de la compacité de matte, de la matière organique et de la Granulométrie) 74
Annexe VI : Rapport Creocean, 2021 (Etat initial des herbiers pour le coffrage de grande plaisance de Santa Manza) 75

I- Contexte de l'étude

La Mer Méditerranée est une destination mondiale de premier plan pour la navigation de plaisance et plus particulièrement, pour la catégorie des yachts et des superyachts. Plus de 50% de la flotte mondiale des grandes unités (embarcations de taille supérieure à 24m de long) fréquente au moins 8 mois par an, les eaux du *Mare Nostrum* (Cappato *et al*., 2011). A travers une étude portée par l'Uffiziu di l'Ambiente di a Corsica (U.A.C./O.E.C.) sur l'ensemble des côtes de Corse, 77 % des bateaux de grande plaisance recensés autour de l'île en 2018, ancrent dans l'herbier à *Posidinia oceanica* et 44 % d'entre eux dans le périmètre de la Réserve naturelle des Bucchi di Bunifaziu (R.N.B.B.) (Fontaine *et al.*, 2019).

L'habitat « Herbiers à *Posidonia oceanica* » est classé prioritaire par l'Union européenne via la Directive Habitat Faune Flore. Cette espèce endémique de la mer Méditerranée est une Magnoliophyte marine caractéristique de l'étage infralittoral (Molinier et Picard, 1952 ; Boudouresque *et al*., 2012) qui couvre une superficie de 53 735 ha (61% des fonds marins entre 0 et 40m de profondeur) sur le littoral de la Corse (Valette-Sansevin *et al*., 2019)**.** C'est un des écosystèmes pivots les plus productifs au monde, aux rôles écologiques et économiques majeurs et qui constitue un excellent puit de carbone pour la Méditerranée (Molinier et Picard, 1952 ; Boudouresque et Meinesz, 1982 ; Jeudy de Grissac et Boudouresque, 1985 ; Bellan-Santini *et al*., 1994 ; De Falco *et al*., 2000, 2003 ; Gacia et Duarte, 2001 ; Vassallo *et al*., 2013 ; Pergent-Martini *et al.*, 2020). En Corse, les données soulignent une contribution remarquable des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la fixation des émissions de CO_2 (14,5 % des émissions), loin devant les autres grandes îles de Méditerranée (Monnier, 2020). Avec une surface d'environ 9 436 ha, cet habitat s'étend sur la majeure partie de l'étage infralittoral de la R.N.B.B..

Les études scientifiques menées dans la R.N.B.B. mettent en évidence un ancrage répété des bateaux de la grande plaisance dans certaines zones constituant ainsi la cause de dégradation la plus marquée sur l'espèce protégée. Des signes évidents de l'impact mécanique des ancres ont notamment été observés au niveau des herbiers situés dans les criques et les baies les plus fréquentées des Bucchi dont la zone de Sant'Amanza -Balistra. (Cancemi *et al*., 2008 ; Pergent-Martini *et al.*, 2020). La plaisance génère des difficultés de gestion (e.g. pic de fréquentation en saison estivale, dimensionnement et organisation du mouillage, conservation des habitats sensibles, pollution, conflits entre usagers, exacerbées au sein des Aires Marines Protégées (A.M.P.)), car du fait de leur environnement préservé, ces dernières attirent chaque année un nombre croissant de touristes et de plaisanciers (*in* Pergent-Martini *et al*., 2020). Face à cette situation, l'Uffiziu di l'Ambiente di a Corsica (U.A.C./O.E.C), gestionnaire de la R.N.B.B. a inscrit dans les objectifs opérationnels de son plan de gestion en 2019 « l'arrêt, dès 2024, du mouillage des grandes unités dans les zones sensibles de la Réserve Naturelle ». Le gestionnaire a impulsé auprès des services de l'Etat, la mise en place d'un arrêté interdisant l'ancrage des grandes unités entre 0 et 40 m dans cette Réserve naturelle de Corse. L'arrêté préfectoral a été obtenu en octobre 2020 dans la R.N.B.B. (arrêté N°206/2020) dans la continuité de l'arrêté préfectoral (N°123/2019) interdisant l'ancrage des unités de plus de 24m, dans les herbiers du littoral méditerranéen.

Portée par la commune de Bunifaziu, l'aménagement de deux zones de mouillage et d'équipements légers (Z.M.E.L.) équipées de coffres d'amarrages dédiés à la grande plaisance a été mise en place sur le secteur de Balistra en juillet 2021 (arrêté préfectoral N2A-2021-05-31-00001)

Dès le 31/01/2021 le Conseil scientifique de la R.N.B.B. a présenté au Comité de pilotage du projet de création de Z.M.E.L., une note ayant pour objectif d'encadrer en amont la mise en place de tout dispositif d'amarrage dans l'espace protégé (intégrité des herbiers, positionnement des Z.M.E.L., types de systèmes de mouillage préconisé, taille des zones d'interdiction d'ancrage, distances à l'herbier …) basé sur les préconisations du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (C.S.R.P.N.), (Oberti *et al*., 2021). **Regrettant une prise en compte lacunaire de la dimension écologique du projet, le conseil scientifique se prononce favorablement à la création de ces deux Z.M.E.L. à titre expérimental sous réserve d'une meilleure prise en compte des biocénoses marines. Il accompagne son avis scientifique d'une liste de recommandations fortes présentées en annexe IV de ce rapport et présentée au Comité consultatif de la R.N.B.B. le 16/04/2021.** Compte tenu de ce positionnement, une clause particulière a été inscrite à l'article 12 de l'arrêté préfectoral prévoyant la caractérisation de l'état initial de la nature (avant et après la pose de chaque coffre d'amarrage) et un suivi scientifique périodique à mettre en œuvre sur la base d'un protocole détaillé, inscrit dans ce même arrêté. Dans son article 14, le document prévoit également « le retrait des postes d'amarrage en cas d'impact avéré et significatif sur l'herbier à *Posidonia oceanica* ».

Les délais imposés entre le comité consultatif du 21 avril 2021 et la mise en place des coffres initialement prévue en juin 2021 n'ont pas permis à l'U.A.C./O.E.C. d'établir l'état initial avant la période d'exploitation (juillet 2021). La mairie de Bunifaziu disposant de financements à cet effet a donc délégué le bureau d'étude Creocean pour la réalisation de cette prestation effectuée entre le 5 et le 9 juillet 2021. L'Uffiziu di l'Ambiente di a Corsica a réalisé à la demande du Conseil Scientifique de la R.N.B.B (avis du 15 avril 2021 ; annexe IV), à partir de l'année N+1, le suivi écologique des herbiers à *Posidonia oceanica* à proximité des coffres d'amarrage. Le pôle scientifique du service Aires Protégées de la Mer, des Iles et du Littoral (A.P.M.I.L.), a réalisé ce suivi en 2022 avec pour objectif de contrôler les indicateurs de l'état de conservation des herbiers sur la zone en comparaison avec l'état initial réalisé en 2021 (Creocean, 2021) avant la mise en place des 14 coffres d'amarrage (plus la bouée météorologique).

Les méthodes d'investigation adoptées dans le cadre de cette étude ont été choisies, dans un premier temps, pour répondre à la nécessité d'une surveillance à long terme des limites des herbiers autour des coffres ; ces limites constituent des secteurs particulièrement sensibles à toutes modifications du milieu pouvant être induites par les coffres d'amarrage. Ce travail a nécessité un renforcement du dispositif de suivi sous l'eau. Ces mesures ont été complétées par l'analyse de descripteurs traduisant la vitalité de l'herbier avec un effort d'échantillonnage plus robuste en 2022, pour certains paramètres relevés *in situ*. Les méthodes appliquées par l'U.A.C./O.E.C. répondent aux attentes du protocole décrit dans le cadre de l'arrêté préfectoral suivant les préconisations du conseil scientifique de la R.N.B.B. ainsi que les travaux de Pergent (2007).

II- Matériel et méthode

II.1- Présentation du secteur d'étude

Le Golfe de Sant'Amanza (figure 1), situé dans la R.N.B.B., sur la commune de Bunifaziu, s'étend sur deux ensembles paysagers définis par l'Atlas des Paysages : la pointe de Capicciolu et U Piale (plateau de Bunifaziu). Le Golfe se trouve à la rencontre entre le plateau calcaire de Bunifaziu et les formations granitiques de l'extrême sud de l'Ile. Ce site a la particularité de disposer de cinq récifs-barrières (monuments naturels de grande importance ; Barralon *et al*., 2018).

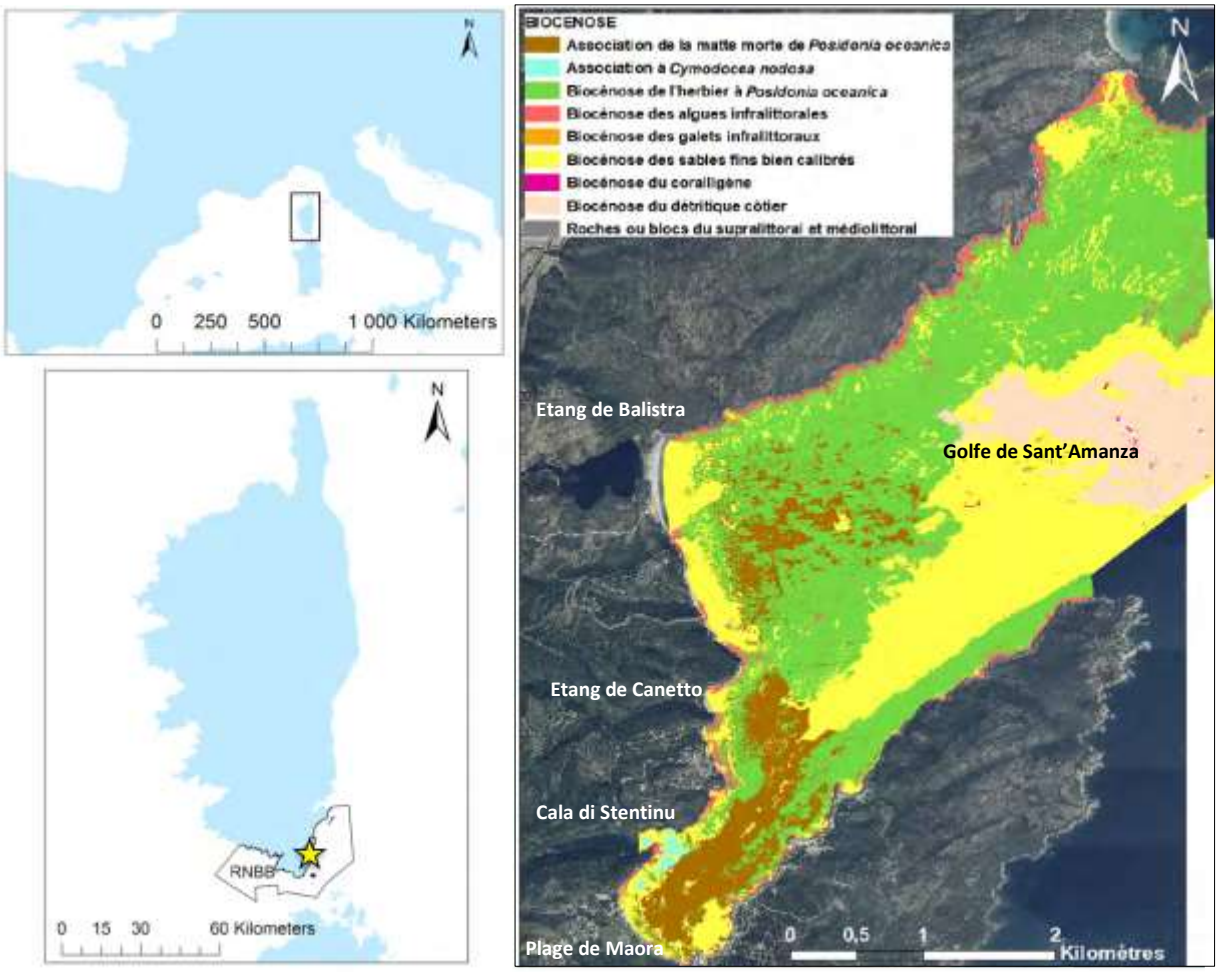


Figure 1: Localisation du site d'étude et principales caractéristiques géographiques du golfe de Sant'Amanza (Pergent-Martini et al., 2020)

L'étude de Pergent-Martini *et al.* (2020) décrit la zone de manière très détaillée sur la base d'une cartographie fine des biocénoses marines plaçant l'herbier à *Posidonia oceanica* en tant que biocénose principale sur près de la moitié du golfe. Cet herbier est, en partie, installé sur de la roche, principalement en bordure de littoral et dans le secteur nord-ouest du golfe. En fond de golfe, l'herbier est remplacé par l'association de la matte morte de Posidonies. C'est également le cas au droit de la plage de Balistra où se trouvent les positionnements actuels des Z.M.E.L.

Ces mattes mortes à *Posidonia oceanica* occupent des surfaces importantes avec plus de 11% des fonds. Si certaines de ces mattes mortes semblent être d'origine naturelle, d'autres, au regard de leur localisation et de leur forme, sont caractéristiques d'activités anthropiques (e.g. marque en éventail, caractéristique du balayage d'une chaîne d'ancre sur le fond). Elles sont parfois, en partie masquées par des sables fins bien calibrés, qui s'accumulent dans les dépressions. Ces sables sont d'ailleurs largement présents, en particulier dans le secteur Est du golfe.

La fréquentation nautique dans le Golfe de Sant'Amanza :

Dans la R.N.B.B., le site Balistra-Canetto arrive en deuxième position des zones les plus fréquentées par la grande plaisance après le secteur de Piantarella-Calalonga-Sperone. Le golfe est principalement fréquenté par des unités de grande taille (Susini, 2015 ; Sorba *et al.*, 2018) en raison de son positionnement à l'abri du vent d'Est. Les données « Automatic Identification System » AIS, extraites de la plateforme MEDTRIX (https://plateforme.medtrix.fr), montrent une augmentation générale de la fréquentation pour la période 2012-2018. Selon les données de Fontaine *et al*. (2019) la pression d'ancrage au droit de la plage de Balistra a atteint 80 bateaux (valeur cumulée pour les 22 Juin et 22 Août 2018) ;

En 2021, le suivi de la fréquentation des deux Z.M.E.L. de Balistra a été réalisé sur le terrain, en interne par le pôle suivi scientifique du service A.P.M.I.L. **On note que la mise en place des coffres d'amarrage a été progressive, du 15 juillet à fin septembre 2021.** Sur 15 échantillonnages journaliers, réalisés entre 13 et 16h entre le 1er juillet et le 31 août 2021, 608 bateaux toutes tailles confondues ont été comptabilisés et géolocalisés (à l'ancre) sur l'ensemble du site (Z.M.E.L. et hors Z.M.E.L.). Soit, une répartition moyenne de 39 bateaux les jours de beau temps avec un maximum de 45 bateaux/ jour à l'ancre (figure 3).

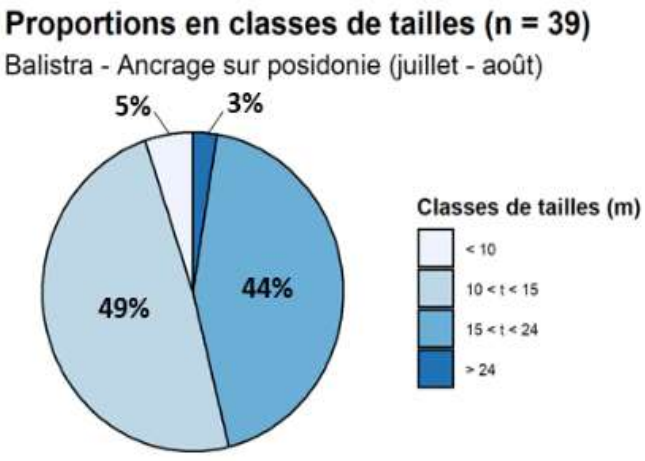


Figure 2: Proportion de l'ancrage sur l'herbier à Posidonia oceanica selon les classes de tailles (juillet-août, 2021)

On enregistre 6% des bateaux de plus de 24 m ancrés dans les herbiers à *Posidonia oceanica* sur l'ensemble du site en 2021. Le détail concernant les différentes tailles de navires ancrés dans l'herbier à *Posidonia oceanica* en juillet/août 2021 est présenté en figure 2. On note sur la carte ci-dessous (figure 3) une faible proportion de navires ancrés dans les Z.M.E.L. (8% en moyenne sur la saison). Ce chiffre s'explique par la mise en place progressive des coffres d'amarrage et le manque d'information des plaisanciers sur cette nouvelle réglementation durant l'été 2021.

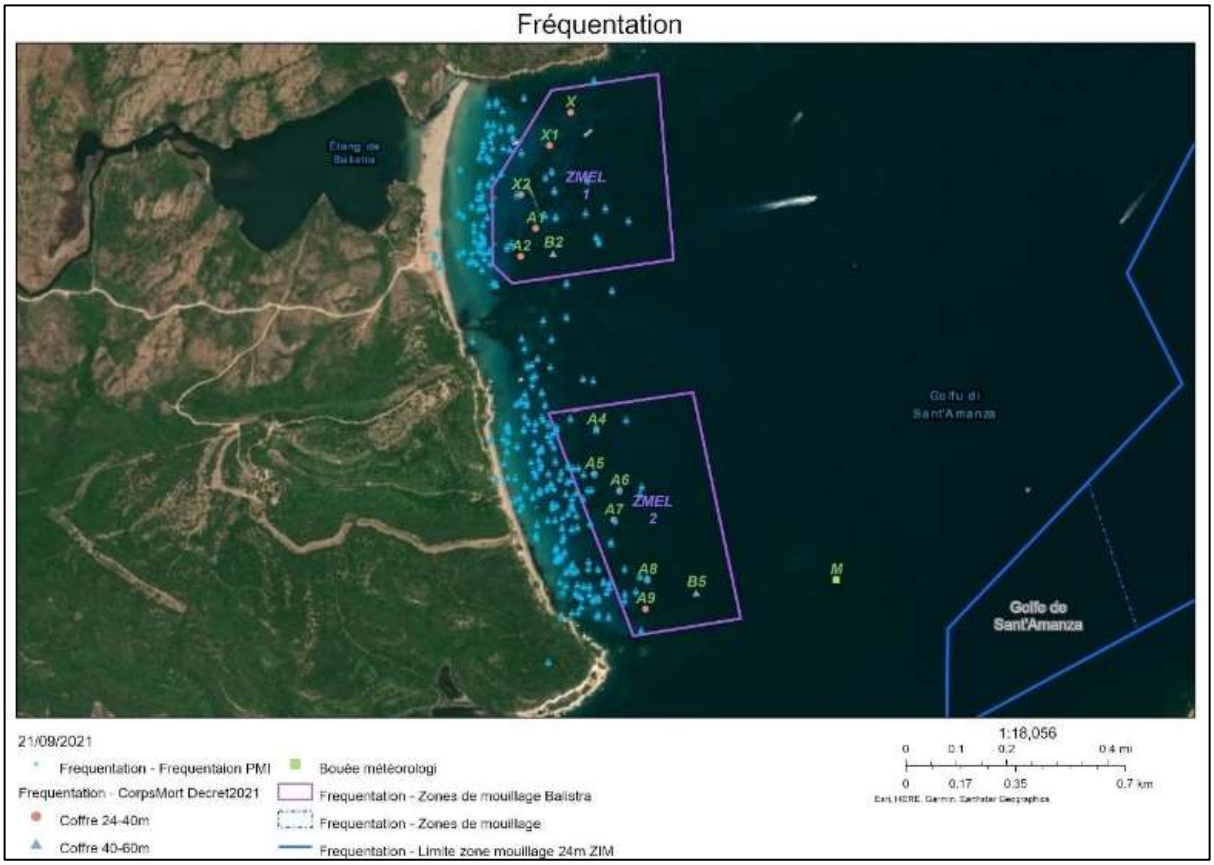


Figure 3 : Carte de répartition de l'ancrage des navires de plaisance entre juillet et août 2021 (U.A.C./O.E.C., 2021).

Avant la mise en place des Z.M.E.L. Pergent-Martini *et al.* (2020) mettent évidence sur cette zone, plusieurs cicatrices linéaires, plus ou moins jointives entaillant les mattes mortes et l'herbier à *Posidonia oceanica.* Dans le secteur nord-ouest du golfe, quelques longues trainées doubles, parallèles à la côte, sont également visibles et trahissent d'anciennes activités de chalutages (figure 4). Sur l'ensemble du Golfe on considère que 73 ha ont été détruits (présence de traces anthropiques), dont 8,2 ha au droit de la plage de Balistra entre 2019 et 2020 (Pergent-Martini *et al*., 2020) soit -15,9% des herbiers en 1 an.

Figure 4 : Carte de distribution des traces anthropiques au niveau de la plage de Balistra. En blanc, donnés de la période 2018-2019, en jaune données de 2020 (Pergent-Martini *et al., 2020)*

<u>Périmètre des deux Z.M.E.L. et positionnement des autorisations tels que prévues dans l'arrêté préfectoral du 31 mai 2021 :</u>

Surface des Z.M.E.L. : 601 433 m² (interdiction d'ancrage)
Nombre d'autorisation : 14 coffres d'amarrage écoconçus destinés à la grande plaisance et 1 bouée météorologique (figure 5).

L'arrêté préfectoral autorise une occupation temporaire pour :

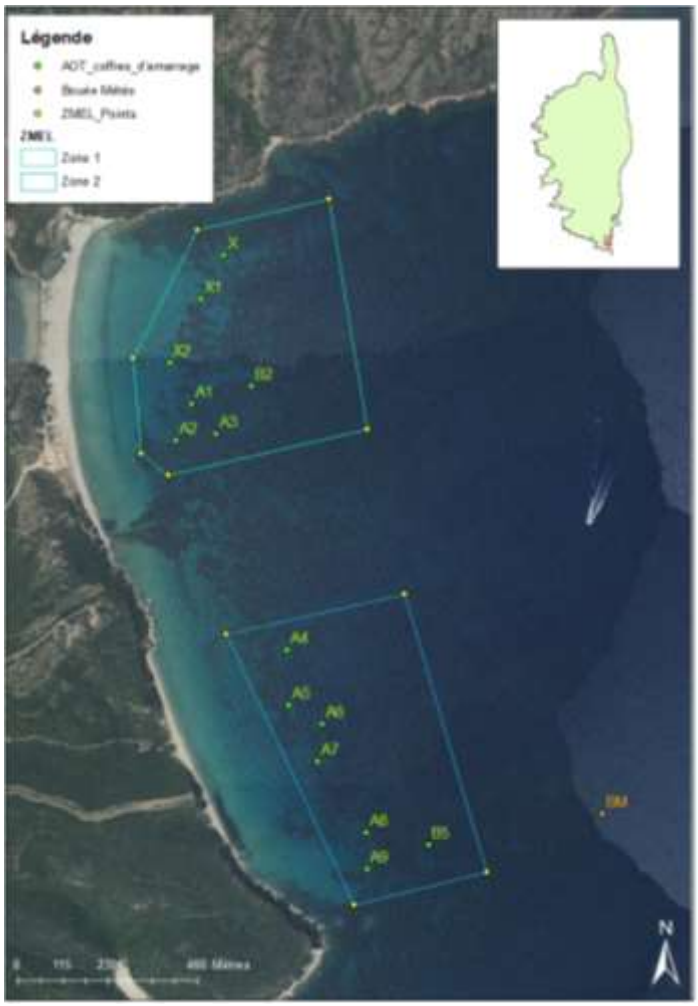


Figure 5 : Carte U.A.C./O.E.C. représentant le plan de mouillage relatif à l'arrêté n°2A-2021-05-31-00001

- **8 A.O.T. de postes d'amarrage (X, X1, A4, A5, A6, A7, B5, A9) situés à une distance comprise entre 10 et 20 mètres par rapport à l'herbier**
- **5 A.O.T. (X2, A1, A3, B2, A8) situées à une distance comprise entre 20 et 50 mètres des herbiers**
- **1 A.O.T. (A2) située à plus de 50m de l'herbier.**
- **1 bouée météorologique (BM)**

II.2- Stratégie d'échantillonnage

II.2.a <u>Protocole d'échantillonnage</u>

Le protocole scientifique préconisé sur les deux Z.M.E.L. de Balistra est inscrit à l'article 12 de l'arrêté préfectoral du 31/05/2021. Il précise les opérations à réaliser induisant les dispositifs nécessaires à la mise en place de ce suivi (balisage de carrés permanents et de limites d'herbier) et devant être placés

sur l'ensemble des 15 A.O.T. prévoyant un coffre d'amarrage (dont la bouée météorologique). Ceci, à l'exception de l'emplacement A2, positionné à plus de 50m d'un herbier. Soit un total de 14 sites à équiper en fonction de leur distance à l'herbier :

Pour chaque autorisation d'installation d'un coffre d'amarrage situé à moins de 50 des herbiers (points : A1, A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7 ; A8 ; A9 ; X ; X1 ; X2 ; B2 ; B5), le protocole prévoit :

- sur un diamètre de 50m à partir de la limite extérieure de chaque coffre : 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions, plus une station de référence éloignée des coffres d'amarrage pour chaque ZMEL ;
- le balisage des limites de l'herbier autour de chaque coffre d'amarrage ;
- une séries de mesures réalisées *in situ* dans chaque carré permanant : densité de faisceaux, recouvrement, % de rhizomes plagiotropes, déchaussement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique ;

Pour chaque coffre d'amarrage dont la limite extérieure était initialement prévue à une distance de moins de 20 mètres d'un herbier (points X ; X1 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7 ; A9 et B5) viennent s'ajouter :

- la micro-cartographie annuelle des limites d'herbiers et vérification du balisage deux fois par an.
- le suivi de l'évolution de la granulométrie et matière organique.

Pour chaque coffre d'amarrage située à une distance de plus de 50 mètres des herbiers (A2) :

- Suivi général de l'herbier de Posidonies aux alentours du coffre d'amarrage.

II.2.b Etat initial des herbiers à *Posidonia oceanica* par le bureau d'étude Creocean en juillet 2021.

Les opérations réalisées ont consisté dans un premier temps, à la mise en place des dispositifs nécessaires au suivi écologique. Ils ont été placés sur l'ensemble des sites prévoyant un coffre d'amarrage (dont la bouée météorologique).
La campagne de terrain s'est déroulée du lundi 5 au vendredi 9 juillet. Une journée supplémentaire de terrain a été effectuée le 17 novembre 2021 pour baliser les herbiers au droit de la bouée A4.

Deux types d'installations ont été mis en place au niveau des herbiers à *Posidonia oceanica* :

- Des carrés permanents de 6x6 m²,
- Des balisages en limite d'herbier ou de matte morte

Source Creocean

Les carrés permanents ont été déployés dans un espace de 20 à 50 mètres autour de la bordure extérieure de chaque coffre d'amarrage en fonction de leur distance la plus proche aux herbiers à *Posidonia oceanica.* Ils sont au nombre de 1 à 4 en fonction de la configuration spatiale des herbiers autour des coffres. Des carrés permanents ont aussi été déployés autour de la bouée météorologique et sur deux sites témoins (un par Z.M.E.L.).
Les carrés permanents sont matérialisés sous l'eau, par 4 fers à béton de 100 cm de long et de 6 mm de diamètre fixés dans le substrat. Parmi ces 4 fers à béton, deux sont identifiés par des flotteurs.

- Micro-cartographie des limites d'herbier

Source Creocean

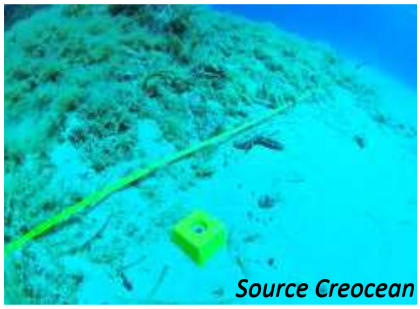
Un balisage des limites de l'herbier a été installé autour de 10 autorisations de coffres d'amarrage sur les 14 prévus à l'article 12 de l'arrêté préfectoral du 31/05/2021. Ce balisage est composé de bornes déployées le long des limites. Les bornes sont espacées de 5 m de distance (sauf sur la station A8 où elles sont espacées de 10m). Le nombre de bornes est fonction de l'environnement autour de chaque coffre d'amarrage et de la longueur total du balisage (6 à 11 balises posées par linéaire). Les balises sont installées en limite d'herbier ou de matte morte en fonction de la configuration des herbiers. Des photos des balisages ont été prises de la surface en apnée et assemblées sur ordinateur afin de reconstituer la configuration spatiale des herbiers. **On note que la micro-cartographie de la limite A4, prévu par l'arrêté préfectoral, n'a pas été réalisée en 2021. Les micro-cartographies des limites X2, B2 et A8 ont été réalisées, bien que ne faisant pas partie des 8 limites d'herbier prévues dans le cadre du suivi.**

Suite à la mise en place des dispositifs, le bureau d'étude Creocean a mis en œuvre le suivi scientifique de l'herbier à *Posidonia oceanica* selon le protocole prévu par l'arrêté préfectoral. Les résultats obtenus sont disponibles dans le rapport délivré par le bureau d'étude en 2021 (Creocean, 2021) présenté en annexe VI de ce document.

II.2.c Mission de renforcement des dispositifs effectuée par le service A.P.M.I.L. en 2021.

Lors de la mise en place des dispositifs par le bureau d'étude Creocean, les agents des pôles « scientifique » et « hyperbare » ont réalisé une mission d'observation le 08 juillet 2021. Les observations sur sites concernant les différentes structures ont mis en évidence certaines difficultés pouvant être rencontrées lors des futurs suivis scientifiques :

- Les bornes de limites d'herbier n'étaient pas équipées de dispositif de reconnaissance (flotteurs), pouvant les rendre difficiles à identifier, voir introuvables en cas d'ensablement quelques mois après leur pose.
- Les fers à béton matérialisant les carrés permanents dans l'herbier de Posidonies n'étaient que partiellement équipés de flotteurs, pouvant engendrer une perte de temps sous l'eau pour retrouver la totalité des carrés potentiellement enfouis dans l'herbier.


Source Creocean

Source O.E.C.

L'U.A.C./O.E.C., soucieux de l'efficacité du suivi scientifique annuel jusqu'en 2023, voire sur du long terme, a décidé de renforcer l'ensemble des dispositifs par la mise en place de flotteurs identifiables sous l'eau et solidement maintenus afin d'être facilement repérables au fil des mois et des années de suivis (avec maintenance nécessaire).

Le renforcement des structures mises en place par la société Creocean a nécessité la mobilisation d'une équipe de 3 plongeurs de l'U.A.C./O.E.C. sur une durée totale de 13 jours de plongée à raison d'une moyenne de 3 plongées par jour durant le mois de septembre 2021.

- Sur un total de 48 carrés permanents, 83 flotteurs ont été disposés sur 43 carrés équipés initialement de 2 flotteurs, et 15 flotteurs ont été disposés sur 5 carrés équipés initialement d'un seul flotteur.
- 119 flotteurs ont été placés sur la totalité des bornes matérialisant les limites d'herbier. Des flotteurs équipés d'étiquettes numérotées ont été positionnés sur les bornes de début et de fin de balisages.

Durant la campagne de renforcement, des difficultés ont été rencontrées concernant le repérage de tiges non équipées de flotteurs matérialisant les carrés situés au sein d'herbiers denses. On note également un déchaussement rapide des fers à béton sur plusieurs dispositifs, moins d'un mois après leur installation. Concernant les limites d'herbier, des problèmes d'indentification ont déjà été rencontrés lors du repérage du balisage A5 dû à un phénomène d'ensablement.

II.2.d Protocole d'échantillonnage *in situ* réalisé par l'U.A.C./O.E.C. en 2022 :

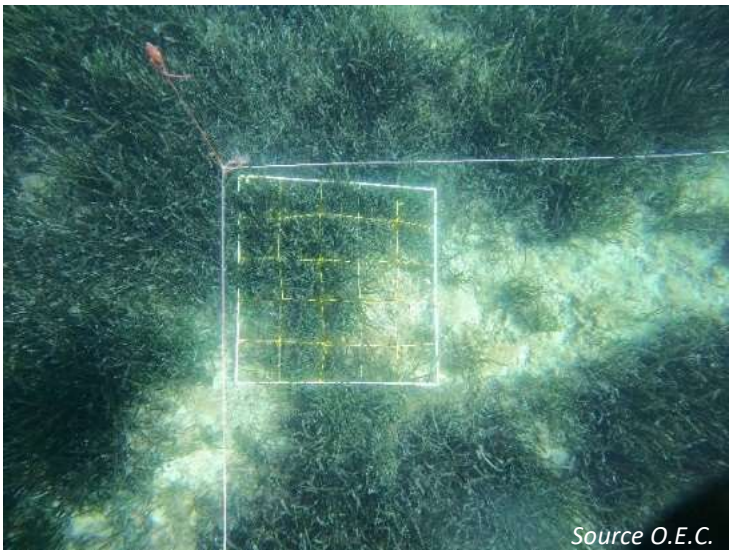
Le protocole appliqué selon les directives mentionnées dans l'arrêté préfectoral a permis la réalisation du suivi scientifique des paramètres demandés, soit le suivi de la densité des faisceaux, du taux/pourcentage de recouvrement, de la détermination du pourcentage de rhizomes plagiotropes, du déchaussement (en cm), de l'ensablement (en cm) ainsi que le suivi de la compacité de la matte, la granulométrie et la teneur en matière organique.

La majorité du suivi a été réalisée par les pôles « scientifiques » et « hyperbare » du service A.P.M.I.L., tandis que le suivi de la compacité de la matte, l'évaluation de la granulométrie et de la teneur en matière organique nécessitant des analyses en laboratoire, ont fait l'objet d'une commande publique auprès de la station de recherche STARESO. Cette prestation a été effectuée avec les moyens nautiques de U.A.C./O.E.C.et a permis aux personnels du service A.P.M.I.L. d'être formés au protocole de mesure de la compacité de la matte.

Protocole appliqué sur l'ensemble des coffres d'amarrage mis en place en 2022 :

Densité de faisceaux de *Posidonia oceanica* (U.A.C./O.E.C.)

Les mesures sont effectuées dans quatre quadrats de 1m/1m subdivisés en 25 sous-carrés de 20cm/20cm, disposés dans chaque carré permanents et positionnés au niveau de chaque fer à béton (figure 6), soit un total de 12 réplicas par carrés permanent. Pour chaque quadrat, la densité des faisceaux sera mesurée dans 3 sous-carrés de manière aléatoire. Lorsque l'herbier est discontinu, les comptages sont réalisés à l'intérieur des taches. Les faisceaux plagiotropes sont également dénombrés dans chaque sous-carrés.



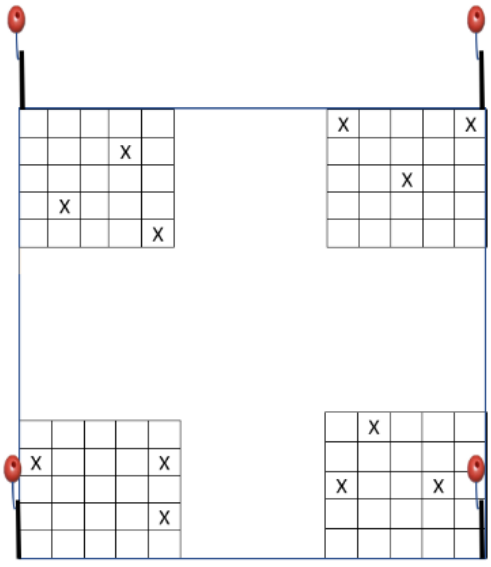


Figure 6 : Schéma de l'échantillonnage au sein des carrés permanents.

L'état de santé de l'herbier est défini selon les valeurs de référence de classification des tableaux ci-joints :

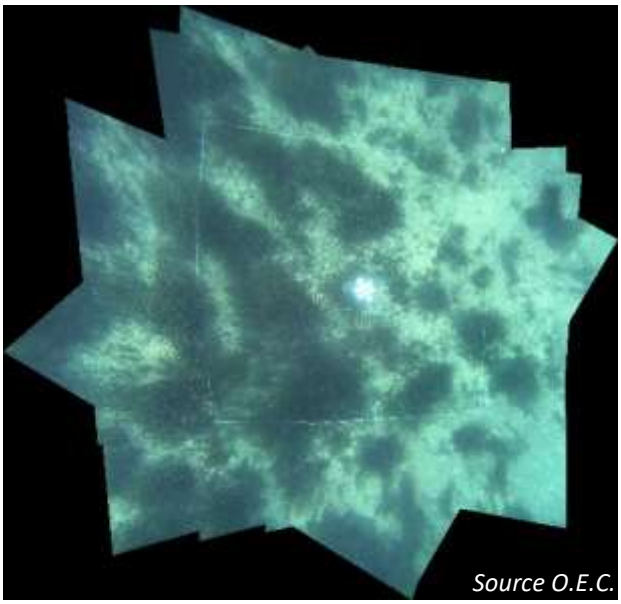
Tableau I : Classification de l'état de l'herbier selon les densités par m² de faisceaux observés et le niveau de profondeur (mètres) (source : Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini C. et Pergent G., 2010)

Profondeur (m)	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
1	>1195	1195-964	964-732	732-501	<501
2	>1126	1126-903	903-679	679-456	<456
3	>1061	1061-846	846-630	630-415	<415
4	>1000	1000-792	792-585	585-377	<377
5	>942	942-742	742-543	543-343	<343
6	>887	887-696	696-504	504-312	<312
7	>836	836-652	652-468	468-284	<284
8	>788	788-611	611-435	435-259	<259
9	>742	742-573	573-404	404-235	<235
10	>699	699-538	538-376	376-214	<214
11	>659	659-504	504-350	350-195	<195
12	>621	621-473	473-325	325-177	<177
13	>585	585-444	444-303	303-161	<161
14	>551	551-416	416-282	282-147	<147
15	>519	519-391	391-262	262-134	<134
16	>489	489-367	367-244	244-122	<122
17	>461	461-344	344-227	227-111	<111
18	>434	434-323	323-212	212-101	<101
19	>409	409-303	303-197	197-92	<92
20	>385	385-285	285-184	184-83	<83
21	>363	363-267	267-172	172-76	<76
22	>342	342-251	251-160	160-69	<69
23	>322	322-236	236-149	149-63	<63
24	>304	304-221	221-139	139-57	<57
25	>286	286-208	208-130	130-52	<52
26	>269	269-195	195-121	121-47	<47
27	>254	254-184	184-113	113-43	<43
28	>239	239-173	173-106	106-39	<39
29	>225	225-162	162-99	99-36	<36
30	>212	212-152	152-92	92-32	<32
31	>200	200-143	143-86	86-30	<30
32	>188	188-135	135-81	81-27	<27
33	>178	178-127	127-76	76-24	<24
34	>167	167-119	119-71	71-22	<22
35	>158	158-112	112-66	66-20	<20
36	>148	148-105	105-62	62-18	<18
37	>140	140-99	99-58	58-17	<17
38	>132	132-93	93-54	54-15	<15
39	>124	124-87	87-51	51-14	<14
40	>117	117-82	82-47	47-13	<13

Tableau II : Classification de la vitalité de l'herbier d'après Charbonnel et al. (2000)

Taux de recouvrement		Pourcentage de rhizomes plagiotropes		Déchaussement	
< 40%	Recouvrement Faible	< 30%	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	<5 cm	Déchaussement faible
40% à 80%	Recouvrement moyen	Entre 30% et 70%	Légère tendance à la progression	5-15 cm	Déchaussement moyen
> 80%	Recouvrement Fort	> 70%	Nette tendance à la progression	>15 cm	Déchaussement fort

Une évaluation du pourcentage de recouvrement de *Posidonia oceanica* est réalisée sur chaque carré permanent et donnée à 10% près. Cette évaluation est effectuée à partir de prises de vues verticales représentant la totalité du carré. L'estimation est obtenue par une évaluation à partir du logiciel *ImageJ*. Les prises d'images sont réalisées en plongée hyperbare entre 3 et 5 mètres de profondeur. 1 ou 2 repères photogrammétriques sont placés à l'intérieur du carré permanent de manière à faciliter les assemblages photographiques. Une moyenne de 30 photos est nécessaire afin de modéliser l'ensemble du carré permanent à partir du logiciel *Microsoft Image Composit Editor*.


Source O.E.C.

Déchaussement ou ensablement (U.A.C./O.E.C.)

Le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la base du faisceau foliaire. Il est mesuré au centimètre près (figure 7) Le déchaussement moyen concernant les rhizomes orthotropes est mesuré dans chaque sous-carré, soit environs 60 mesures réalisées au sein de 12 réplicas extrapolées à l'ensemble de chaque carré permanent.

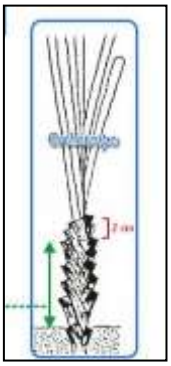


Figure 7 : Mesure du déchaussement

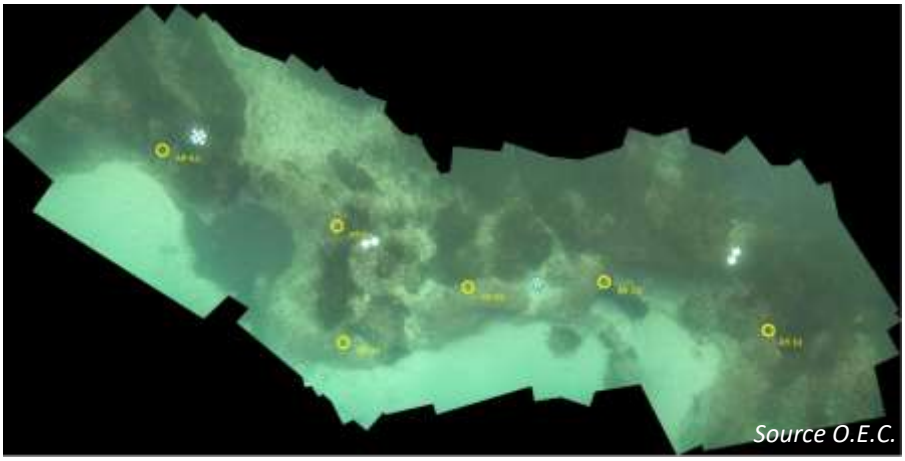
Teneur en matière organique (STARESO)

Annexe V

Source STARESO

Protocole complémentaire prévu pour les coffres d'amarrages situés à moins de 20 m de l'herbier :

Micro-cartographie (U.A.C.)


Source O.E.C.

Des prises de vue sont réalisées au niveau de chaque limite d'herbier à partir d'une GoPro. Les photos sont prises toutes les 3 secondes à environ 5m de profondeur de façon à visualiser la position des balises en limite des herbiers ou de la matte morte. Des repères de photogrammétrie sont disposés le long de la limite afin de faciliter les assemblages réalisés à partir du logiciel *Microsoft Image Composite Editor*. La position de chaque balise est indiquée sur les assemblages. Les micro-cartographies obtenues en 2021 par Creocean sont utilisées comme outil de comparaison de manière à suivre l'évolution des différentes limites.

Analyse granulométrique et compacité de la matte (STARESO)

Annexe V

III- Résultats :

III.1- Effort d'échantillonnage :

La campagne de terrain s'est déroulée entre les mois de mai et septembre 2022. Le suivi scientifique hyperbare a mobilisé 5 personnels de l'U.A.C./O.E.C, soit deux plongeurs scientifiques, un plongeur de sécurité, un Chef d'opération hyperbare et un plongeur secours durant 24 demi-journées à raison d'une moyenne de 2 plongées par jour.
7 demi-journées ont été nécessaires à la réalisation du suivi scientifique en « palme, masque, tuba » (P.M.T.) nécessitant l'intervention de 2 plongeurs scientifiques ainsi qu'un pilote de l'U.A.C/O.E.C.

III.2- Synthèse des résultats obtenus dans les carrés permanents

Tableau III : Synthèse des mesures réalisés dans les carrés permanents.

Carrés permanents	Profondeur (m)	Densité (nb/m²)	Plagiotropes (%)	Déchaussement (cm)	Pénétromètre (cm)
A1a	8	619	15	6	
A1b	9	606	9	4	
A1c	9	790	4	5	
A3a	8	383	23	5	
A3b	8	552	2	4	
A4a	8	504	3	3	
A4b	10	444	7	4	
A5a	7	565	19	3	
A5b	8	390	25	2	
A5c	9	715	3	4	
A5d	8	729	1	4	
A6a	10	442	24	3	
A6b	10	415	13	3	
A6c	10	700	3	5	
A6d	9	810	1	5	
A7a	8	692	2	3	
A7b	8				
A7c	9	642	4	3	
A7d	8	794	16	5	
A8a	10	304	4	3	
A8b	10	394	20	2	
A8c	11	429	6	1	
A8d	10	448	8	1	
A9a	9	448	11	3	
A9b	9	627	13	5	
A9c	9	746	4	4	
A9d	9	840	4	3	
B2a	11	729	4	5	
B2b	11	710	7	5	
B5a	13	590	16	6	
B5b	12	600	13	2	
Xa	6	600	10	3	
Xb	8	617	8	3	
Xc	8	544	8	2	
Xd	8	577	8	3	
X1a	5	746	3	7	
X1b	6	758	1	7	
X1c	5	494	8	3	
X1d	6	498	12	3	
X2a	6	756	10	6	
X2b	6	698	21	4	
X2c	7	542	15	4	
BMA	15	513	19	5	
BMB	15	535	10	4	
BMC	15				
BMD	13	540	8	5	
TZN	8	825	5	4	
TZS	9	456	28	3	

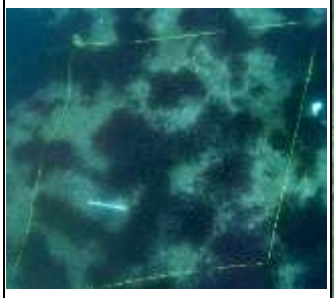
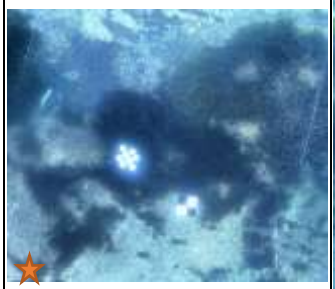
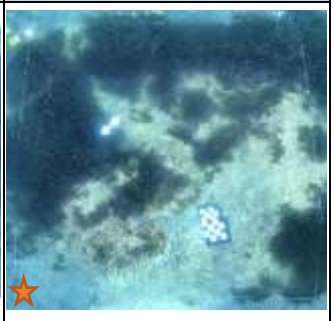
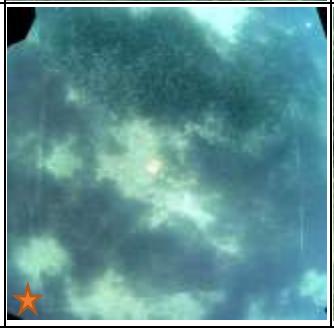
Le tableau ci-dessus rassemble les résultats de densité, déchaussement, compacité, ainsi que le pourcentage de rhizomes plagiotropes pour l'ensemble des carrés permanents échantillonnés 2022.

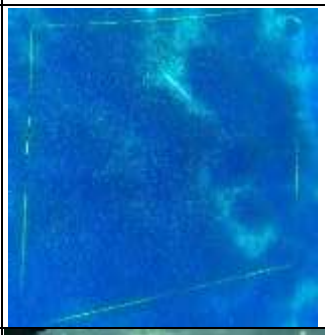
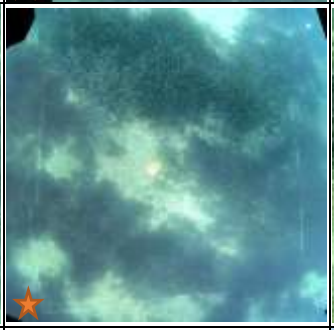
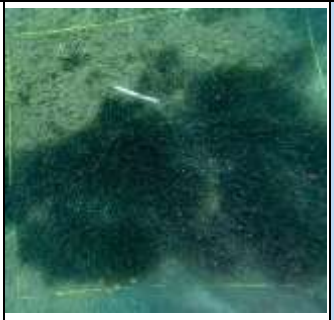
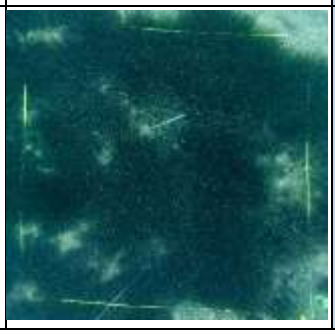
Sur les 48 carrés permanents mis en place par Creocean en 2021, l'échantillonnage d'A7b et BMC n'a pas pu être réalisé, les carrés n'ayant pas été retrouvés sur site. Les emplacements des carrés A7b et BMc ont été approximativement retrouvés, avec entre un et deux piquets restant par carré. La perte des autres piquets n'a pas permis de matérialiser le carré permanent tel que disposé en 2021.

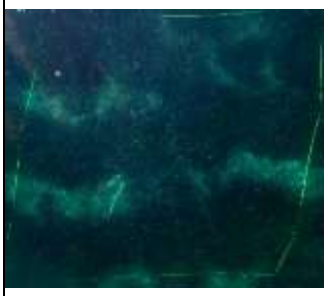
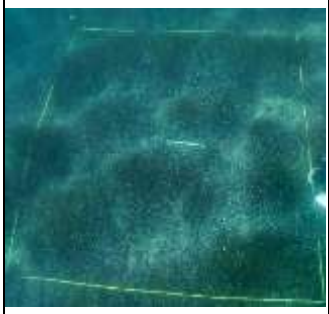
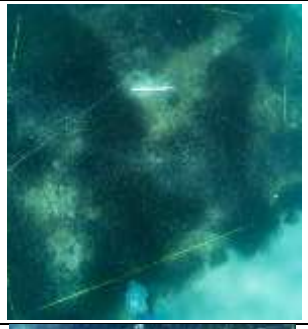
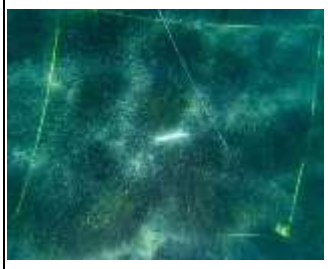
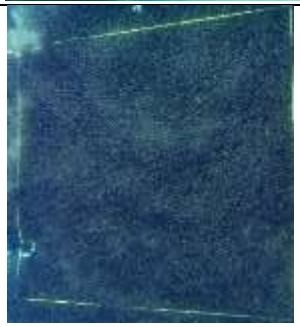
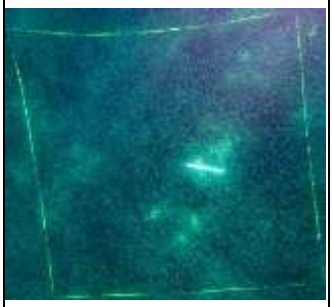
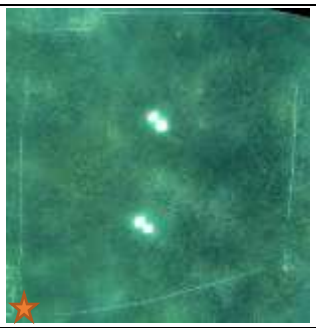
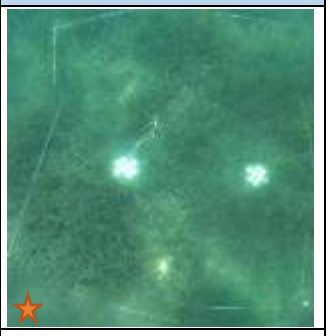
III.3- Mosaïques des carrés permanents réalisés :

Le tableau ci-dessous (tableau IV) présente la totalité des carrés permanents présents dans les 2 Z.M.E.L.. Pour des raisons techniques (problèmes de turbidité, nombre de photographies insuffisant, problème de repère photo etc…), seuls 22 carrés (marqués d'une étoile orange sur la mosaïque) photographiés en 2022 ont pu être modélisés et représentés dans le tableau. Les images des carrés restants sont celles réalisées par le bureau d'étude Creocean en 2021. La planche photo comprenant l'ensembles des carrés photographiés en 2021 est fourni en annexe I. Les cases bleues indiquent l'absence de matérialisation des carrés sur les Z.M.E.L.. Ce travail n'ayant pas été réalisé lors de l'état initial en 2021, il devra être effectué en interne lors de la prochaine mission sur le site car nous ne disposions pas, en été 2022, du matériel et du temps nécessaire à l'équipement de ces stations.

Tableau IV : Mosaïque représentant l'ensemble des carrés permanents échantillonnés en 2021 et 2022 (indiqués par une étoile orange pour l'année 2022). Les carrés colorés en bleu n'ont pas été matérialisés en 2021 par Creocean.

	a	b	c	d
A1				
A3				
A4				
A5				
A6				

	a	b	c	d
A7				
A8				
A9				
B2				
B5				

	a	b	c	d
X				
X1				
X2				
BM				
TZN				

	a	b	c	d
TZS				

III.4- Pourcentage de recouvrement des carrés permanents (herbier *à Posidonia oceanica* – matte de *P.oceanica* - sédiment)

Tableau V : Pourcentage de recouvrement des carrés permanents (juin -juillet 2022)

carré permanent	Herbier (%)	Matte morte (%)	Sédiment (%)
A1-a	72,9	27,1	0
A1-b	58,4	32,2	9,4
A1-c	68,8	24,9	6,3
A3-a	100	0	0
A3-b	92	8	0
A4-a	81,2	18,8	0
A4-b	79,8	30,2	0
A5-a	67,4	32,6	0
A5-b	73,5	26,5	0
A5-c	63	32,5	4,5
A5-d	66,1	32,5	1,5
A6-a	74,3	25,7	0
A6-b	71,1	28,9	0
A6-c	82	9,8	8,2
A6-d	60	40	0
A7-a	72,9	21,8	5,3
A7-b	93,8	6,2	0
A7-c	70,4	28,2	1,3
A7-d	88,3	8,6	3,1
A8-a	82	9,8	8,2
A8-b	90,1	9,9	0
A8-c	88,7	4	7,4
A8-d	51,2	46,3	2,5
A9-a	63,2	36,8	0
A9-b	86,9	11,9	1,1
A9-c	58,2	38,5	3,4
A9-d	70,1	28,9	1
B2-a	82	18	0
B2-b	70,6	29,4	0
B5-a	92,1	7,7	0,3
B5-b	96,6	2,8	0,6
X-a	96,9	2,4	0,7
X-b	86,7	13,3	0
X-c	90,3	9,2	0,6
X-d	38,1	0	61,9
X1-a	98,5	1,5	0
X1-b	97,5	2,5	0
X1-c	99,9	0,1	0
X1-d	86,7	5,2	8,1
X2-a	84,1	15,9	0
X2-b	96,5	3,5	0
X2-c	96	4	0
BM-a	100	0	0
BM-b	98,2	1,8	0
BM-c	100	0	0
BM-d	99,2	0,8	0
TZN	99,8	0,2	0
TZS	89,9	10,1	0

Le tableau ci-contre (tableau V) présente les pourcentages de recouvrement d'herbier à *Posidonia oceanica* de matte morte et de sédiment pour chaque carré permanent.

29 carrés permanents sont recouverts à plus de 80% par l'herbier à *Posidonia oceanica* (en bleu dans le tableau), soit un recouvrement fort selon la classification de l'herbier d'après Charbonnel *et al.* (2000).

Selon cette même classification, 18 carrés ont un taux de recouvrement moyen compris entre 40% et 80% (indiqués en jaune).

Seul le carré X-d présente un taux de recouvrement inférieur à 40%, considéré comme faible d'après Charbonnel *et al.,* 2000.

Pour des raisons techniques et des problèmes liés à la forte turbidité des eaux lors des missions de plongée sous-marines en 2022, seulement 22 carrés permanents sur les 46 photographiés cette année, ont pu être exploités dans le cadre de cette étude. Les mesures de recouvrement concernant les carrés restant sont celles obtenues en 2021 par le bureau d'étude Creocean (surligné en gris dans le tableau).

Le tableau comprenant l'ensemble des pourcentages de recouvrement obtenu en 2021 est fourni en annexe (annexe II)

On note que les photos relatives au carré permanant Xd n'ont pas pu être exploitées en 2022. En 2021, le faible taux de recouvrement avait été décrit avec une structure en taches éparses d'herbier de Posidonies sur cette station.

III.5- Micro-cartographie – Reconstitution des limites d'herbier à *P.oceanica* par assemblage photographique.

Les 15 limites d'herbiers matérialisées autour des coffres d'amarrage X, X1, X2, A5, A6, A7, A8, A9, B2, et B5 ont été modélisées par l'U.A.C./O.E.C. et sont présentées ci-dessous. Les assemblages 2022 sont comparés à ceux réalisés par Creocean en 2021 de manière à visualiser l'éventuelle évolution de chaque limite.

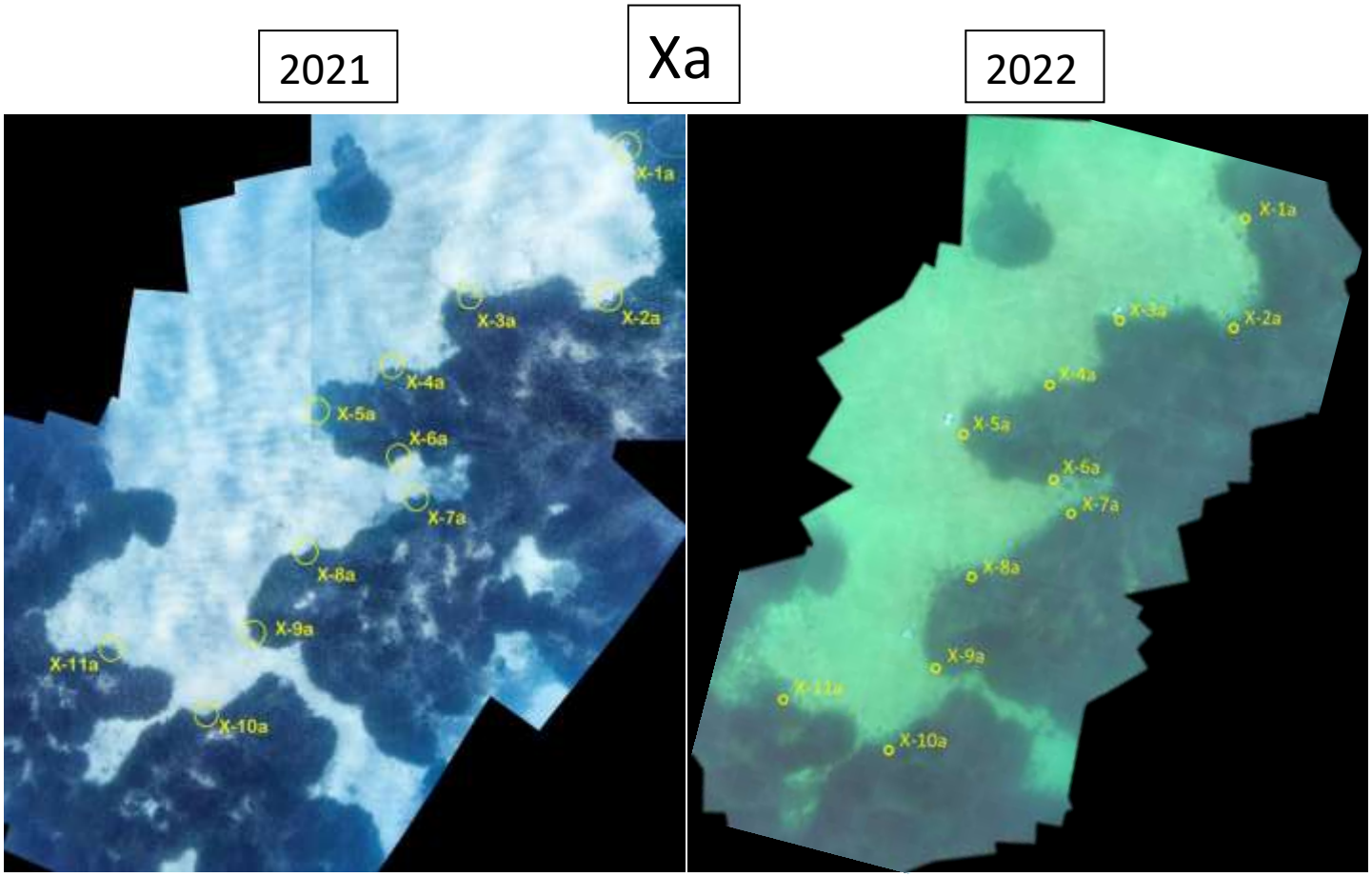


Figure 8 : Comparaison annuelle de la limite Xa entre 2021 et 2022

L'ensemble des photographies réalisées en 2021 et 2022 sur la limite Xa est présenté ci-dessus en figure 8 (panorama 2022 basé sur l'assemblage de 42 photographies prises le long de la limite sous différents angles). En comparant les clichés réalisés en 2021 et 2022, l'herbier au niveau de la limite Xa, montre une limite visuellement stable pour l'ensemble des 11 balises.

Bien que difficilement visibles, ou non visibles sur le panorama dû aux conditions de turbidité au moment de la prise d'image, les balises ont été repositionnées à partir des photos brutes. Celles-ci, ainsi que les observations sur le terrain ne montrent aucune progression, ni régression de l'herbier au niveau des balises.

En visualisant le panorama, il semblerait que certaines portions de linéaires aient subi des modifications, notamment entre X-6a et X-7a. le comblement apparent de la tache de sable à ce niveau, ainsi que les autres différences remarquables sur la limite Xa sont dus au dépôt de feuilles

mortes de Posidonies. Les différences de perception peuvent également provenir des différents angles de prise de vue lors de de la réalisation des clichés initiaux.

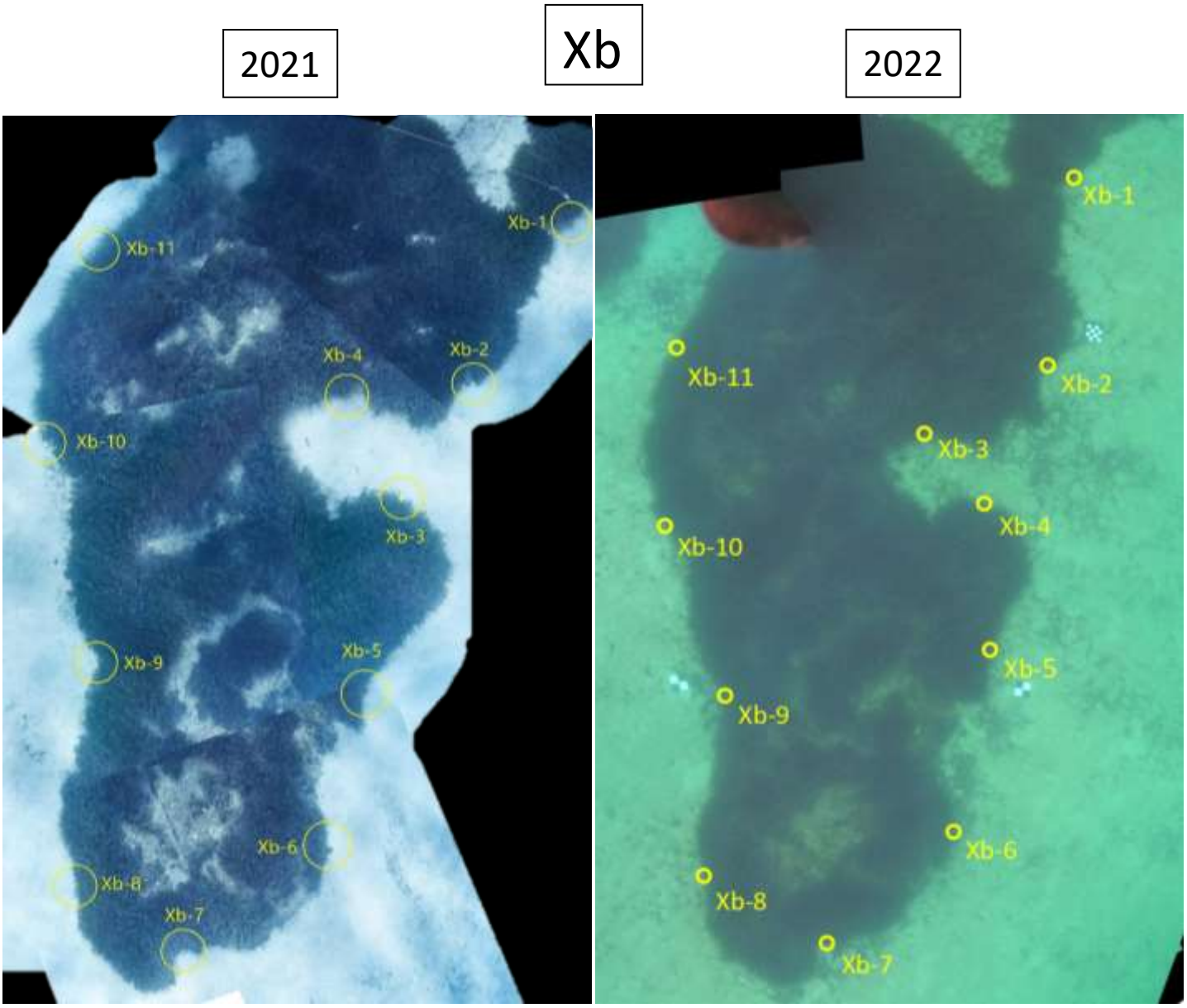


Figure 9 : Comparaison annuelle de la limite Xb entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

Les assemblages des photographies réalisés le long de la limite d'herbier Xb en 2021 et 2022 sont présentés ci-dessus (figure 9). Le panorama 2022 est réalisé à partir de 36 clichés pris sous différents angles et assemblés à partir du logiciel. La comparaison des panoramas obtenus en 2021 et 2022 ne montre aucune évolution de la limite au niveau des différentes balises. La visualisation des balises sur l'assemblage étant parfois difficile voire impossible à cause des angles de prise de vue et de la turbidité de l'eau lors des prises d'images, certaines balises ont été repositionnées à partir des clichés bruts. Ces derniers ainsi que les observations terrains au niveau de chaque balise ne montrent pas de signe d'évolution de la limite cette année. Comme pour la limite Xa, la présence de feuilles mortes de Posidonies est observée, sans pour autant altérer la visualisation de la limite de l'herbier vivant

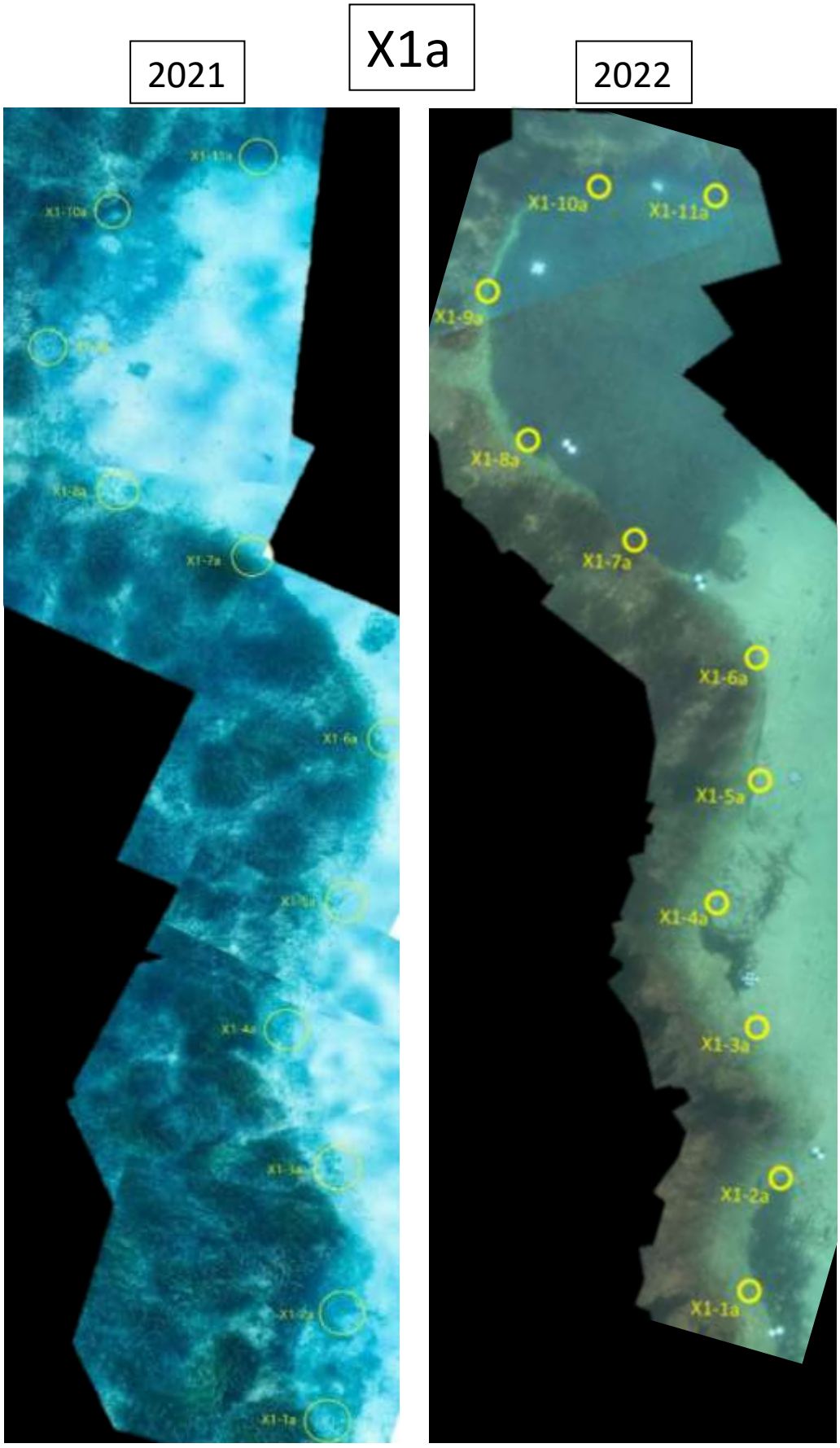


Figure 10 : Comparaison annuelle de la limite X1a entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

Le panorama ci-dessus (figure 10) a été réalisé à partir de 49 clichés réalisés le long de la limite d'herbier de Posidonies X1 en 2022, et comparé à l'assemblage de 2021.
Dans cette zones les balises ont initialement été disposées en limite de tombant de matte morte.
Les balises difficilement repérables sur l'assemblage photographique 2022 ont été identifiées et replacées à partir des images brutes.
La distance à la matte morte au niveau des balises X1-1a, X1-2a, X1-6a, et X1-9a n'a pas évolué. On note un léger ensablement (environ 5 cm) au niveau des balises X1-3a, X1-4a, et X1-5a, celles-ci restant repérables sur les images. La matte morte derrière les balises est légèrement recouverte sur une distance horizontale d'environ 20 cm. Concernant les balises X1-7a, X1-8a, X1-10a et X1-11a, on note une accumulation de feuilles mortes de Posidonies recouvrant entièrement les balises qui restent repérables grâce aux flotteurs et à l'étiquette numérotée pour la balise X1-11a. les feuilles mortes recouvrent légèrement la matte morte sur une distance horizontale d'environ 30 cm derrière les balises.
La forme générale de la limite d'herbier semble légèrement différente entre 2021 et 2022. Cela peut être dû aux différents assemblages d'images. On remarque, en 2021, 8 sous assemblages d'images regroupés manuellement, pouvant générer parfois un manque de précision (par exemple l'image se dédouble à droite de la balise X1-4a). Le panorama 2022 regroupe quant à lui 2 sous assemblages. L'angle des prises de vue peut également jouer un rôle dans la différence de perception.

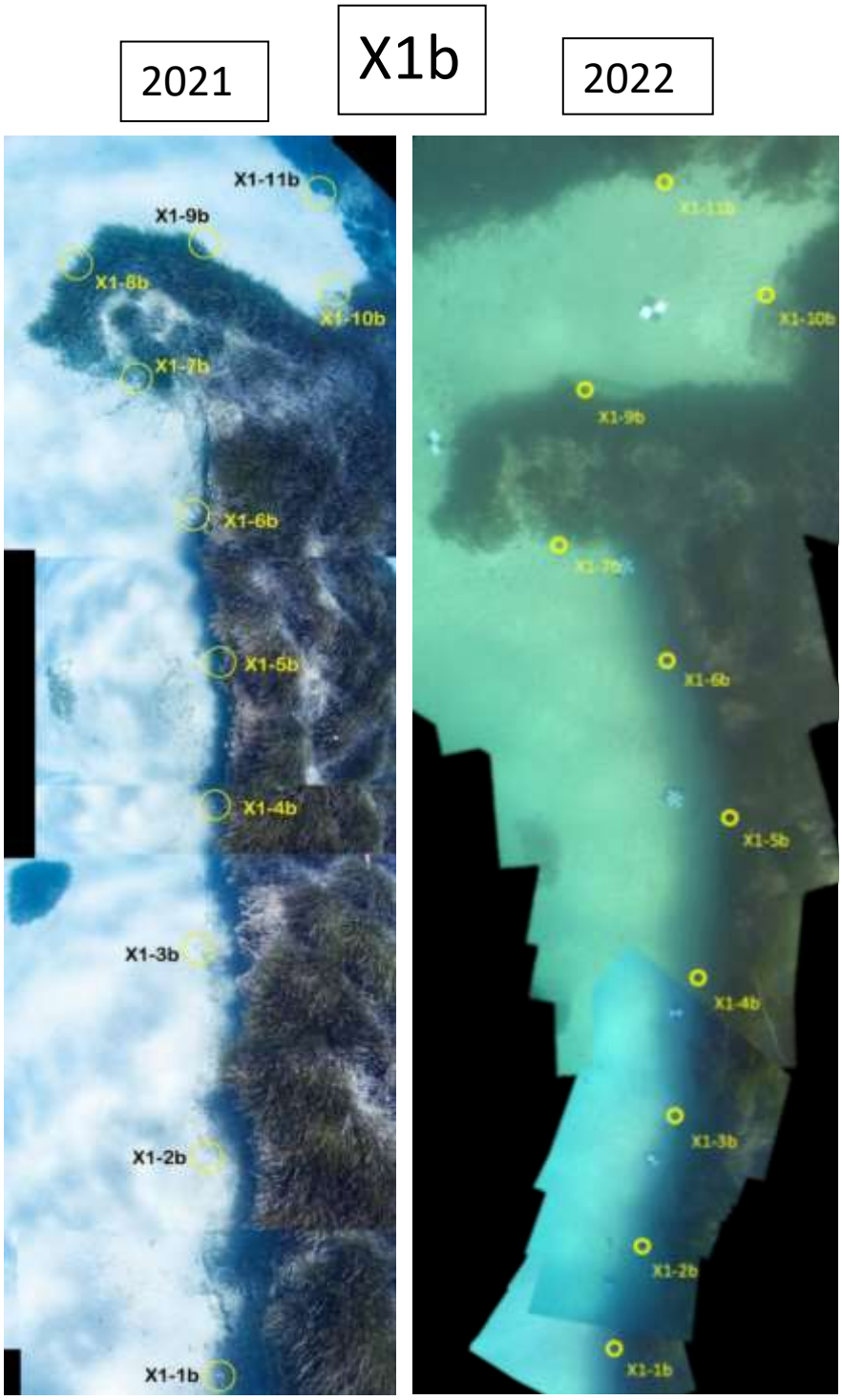


Figure 11 : Comparaison annuelle de la limite X1b entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

La figure 11, ci-dessus présente une comparaison de deux assemblages d'images représentant la limite d'herbier X1b en 2021 et 2022. Le panorama réalisé en 2022 a été assemblé à partir de 48 images prises le long de la limite sous différents angles. Hormis les balises X1-1b et X1-11b identifiables sur l'assemblage, la résolution d'image dégradée du panorama ainsi que la luminosité et la turbidité présente lors de la prise d'image n'ont pas permis l'identification des autres balises directement sur

l'assemblage. Les balises ont cependant été identifiées et repositionnées à partir des images brutes, offrant une meilleure qualité d'image et une visualisation des limites sous différents angles de vue. L'analyse des images ainsi que les observations sur site ne montrent pas d'évolution de la limite au niveau des différentes balises en un an. Les différences notables de la forme générale de la limite entre 2021 et 2022 peuvent être expliquées par des différences d'angles lors des prises de vues, mais également par le regroupement manuel des sous-assemblages d'images.

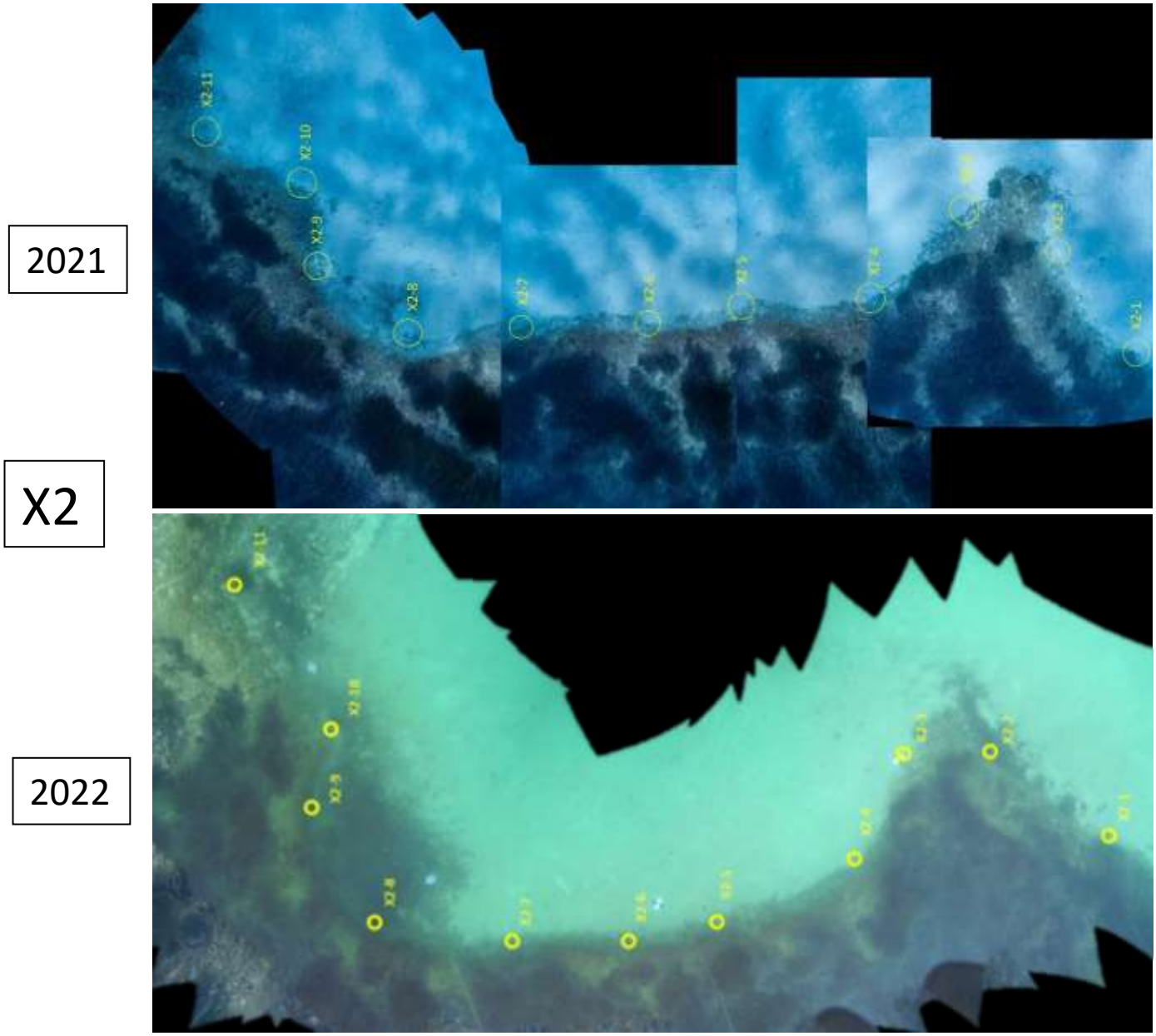


Figure 12 : Comparaison de la limite X2 entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

Les assemblages d'images présentés en figure 12, représentent la limite de la matte morte sur un tombant situé autour du coffre d'amarrage X2 photographié en 2021 et en 2022. L'assemblage d'image 2022 est réalisé à partir de 34 images prises le long de la limite sous différents angles. Seule la balise X2-11 a pu être identifiée directement sur le panorama. Le secteur situé à l'extrême gauche de celui-

ci présente une image claire permettant d'identifier distinctement la balise X2-11, tandis que le reste du panorama est relativement trouble. L'image focalisée sur les herbiers en sommet de matte renvoie une image nette de celui-ci au détriment des balises sur le fond. A cause de cette qualité d'image dégradé, le reste des balises a été replacé à partir des photographies brutes de qualité supérieures.
Il est possible d'observer sur le panorama 2022 une accumulation de feuilles mortes de Posidonies absente en 2021 au niveau des balises X2-11, X2-10, X2-9, X2-8 et X2-2. Les analyses d'images et les observations terrain montre que seule la balise X2-2 est entièrement recouverte, identifiable uniquement par son flotteur. Environ 20 cm (horizontalement) de matte morte est recouverte en arrière de celle-ci. Les 4 autres balises concernées par le dépôt de feuilles mortes sont toujours identifiables, le dépôt ne recouvrant que très légèrement la matte morte en arrière de celles-ci. Aucune évolution de la limite n'est a noté au niveau des autres balises. La forme générale de la limite parfois changeante entre les deux années peut être expliquée par la différence d'angle lors des prises de vue, ainsi que par le « collage » manuel des assemblages d'images pouvant parfois entrainer un manque de précision.

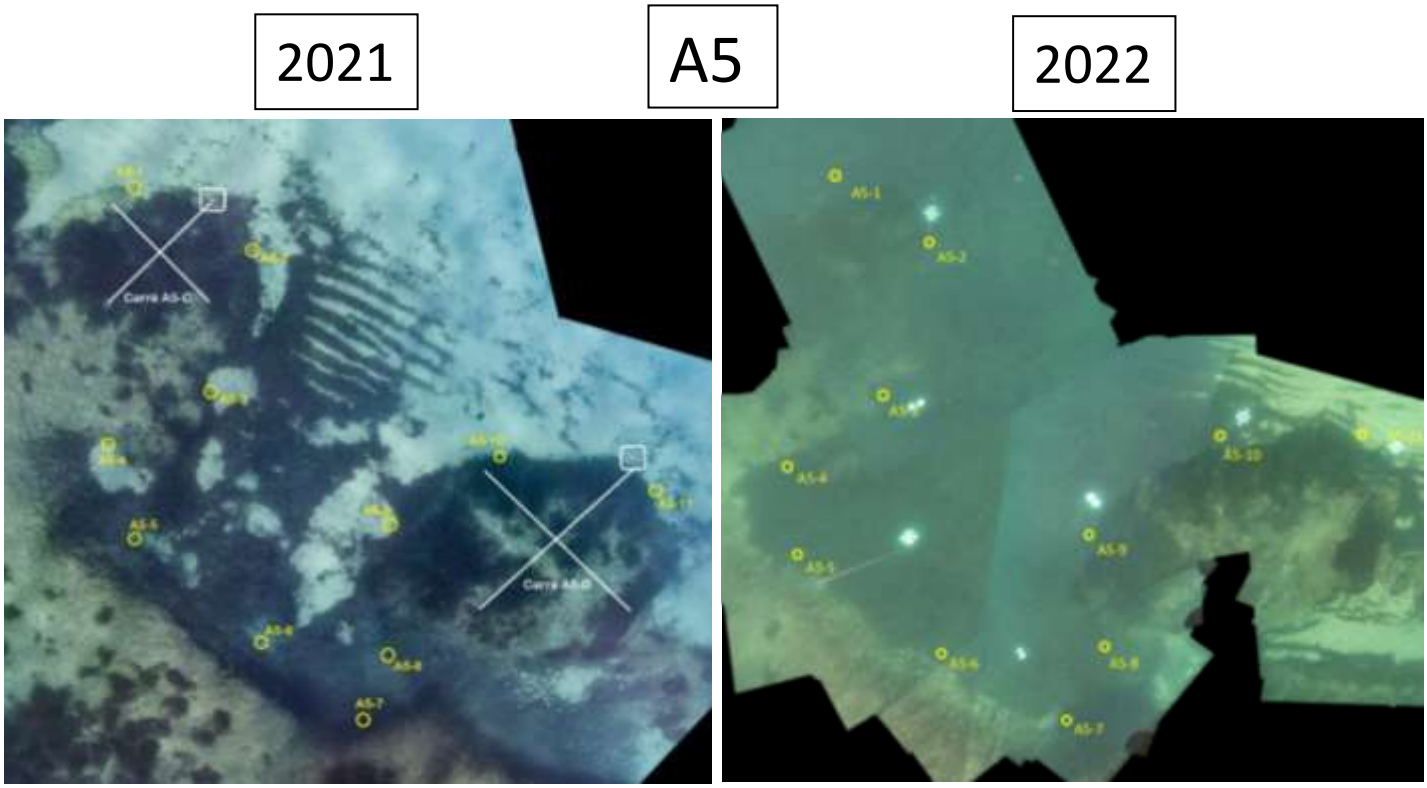


Figure 13 : Comparaison de la limite A5 entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

Les panoramas ci-dessus (figure 13) représentent les prises de vue de la limite A5 réalisées en 2021 et 2022. La modélisation de la limite en 2022 a nécessité 46 photographies prises le long de la limite et assemblées à partir du logiciel.
Bien qu'une accumulation de feuilles mortes de Posidonies était déjà visualisable en 2021, les clichés réalisés en 2023 montrent un amas de feuille beaucoup plus important que l'année précédente ainsi

qu'une forte turbidité sur la zone. A l'exception des balises A5-7 et A5-8 qui semblent être ensevelie sous les feuilles mortes, les 9 autres balises sont visibles sur le panorama 2021.
En 2022, Sur l'ensemble des balises délimitant la limite A5, seule la balise A5-1 est visible sur le panorama grâce à son étiquette numérotée, bien que complétement ensevelie sous les feuilles. La matte morte en arrière de la balise est recouverte sur une distance horizontale d'environ 30 cm jusqu'à atteindre l'herbier vivant.
L'identification et le positionnement des autres balises s'est fait à l'aide des images brutes de qualité supérieure. L'analyse des images ainsi que les observations terrain ont permis de définir l'évolution de la limite au niveau de chaque balise ; les balises ensevelies ayant été repérées à partir de leur flotteur :
La limite d'herbier derrière la balise A5-2 n'a pas évolué, bien que celle-ci soit entièrement recouverte de feuille morte.
La balise A5-3 est recouverte de feuilles mortes. Elle se trouve à la même distance à l'herbier que l'année précédente.
La balise A5-4 disposé en limite de matte morte se trouve sous les feuilles mortes. Elle se trouve à une distance d'environ 30 cm de la matte morte, séparée de celle-ci par la couche de feuille.
La balise A5-5 délimite la matte morte. Recouverte de feuilles de Posidonies, elle se trouve à une distance d'environ 20 cm de la matte.
La balise A5-6 est disposé en limite de matte morte. Comme les précédentes, elle se trouve sous le dépôt de feuilles mortes qui la sépare d'environ 30 cm de la matte.
Comme observé sur le panorama de 2021, la balise A5-7 est recouverte de feuilles mortes. Malgré le recouvrement, elle n'est séparée de la matte morte que par une faible distance d'environ 10 cm.
La balise A5-8 est, comme en 2021, dissimulée sous les feuilles mortes. Les observations terrain ont permis d'identifier le flotteur, mais les conditions de turbidité rencontrées sur le site rendent impossible la visualisation de celui-ci sur les images brutes. La balise a été placé sur le panorama en fonction de sa position sur celui réalisé en 2021. Pour ces raisons, il est impossible de déterminer une distance à l'herbier ou à la matte morte.
La balise A5-9 est entièrement recouverte. Placé en limite d'herbier, sa distance à celle-ci est d'environ 30 cm, séparé par les feuilles mortes.
A5-10 n'est que partiellement recouverte. Malgré un léger ensablement visible (environ 5cm) la balise reste visible sur les images brutes. Une distance horizontale d'environ 20 cm de sable et de feuilles sépare la balise de la limite
On note un ensablement relativement important au niveau de la balise A5-11. Bien que peu de feuilles mortes soient présentes au niveau de celle-ci, la balise est entièrement recouverte de sable. Elle est séparée d'environ 20 cm de l'herbier. On note que cette balise, étant placée en 11ème position devrait être équipée d'une étiquette numérotée comme la balise n°1. Celle-ci n'étant pas visibles à l'image à surement due être détachée (hydrodynamisme, ancre …) de la balise. Une autre raison pourrait être l'ensablement de celle-ci, mais mesurant environ 40 cm, l'ensablement nécessaire pour la recouvrir ne concorderait pas avec celui observé au niveau de la balise A5-10, et aurait été bien plus impactant sur l'herbier en arrière de A5-11.

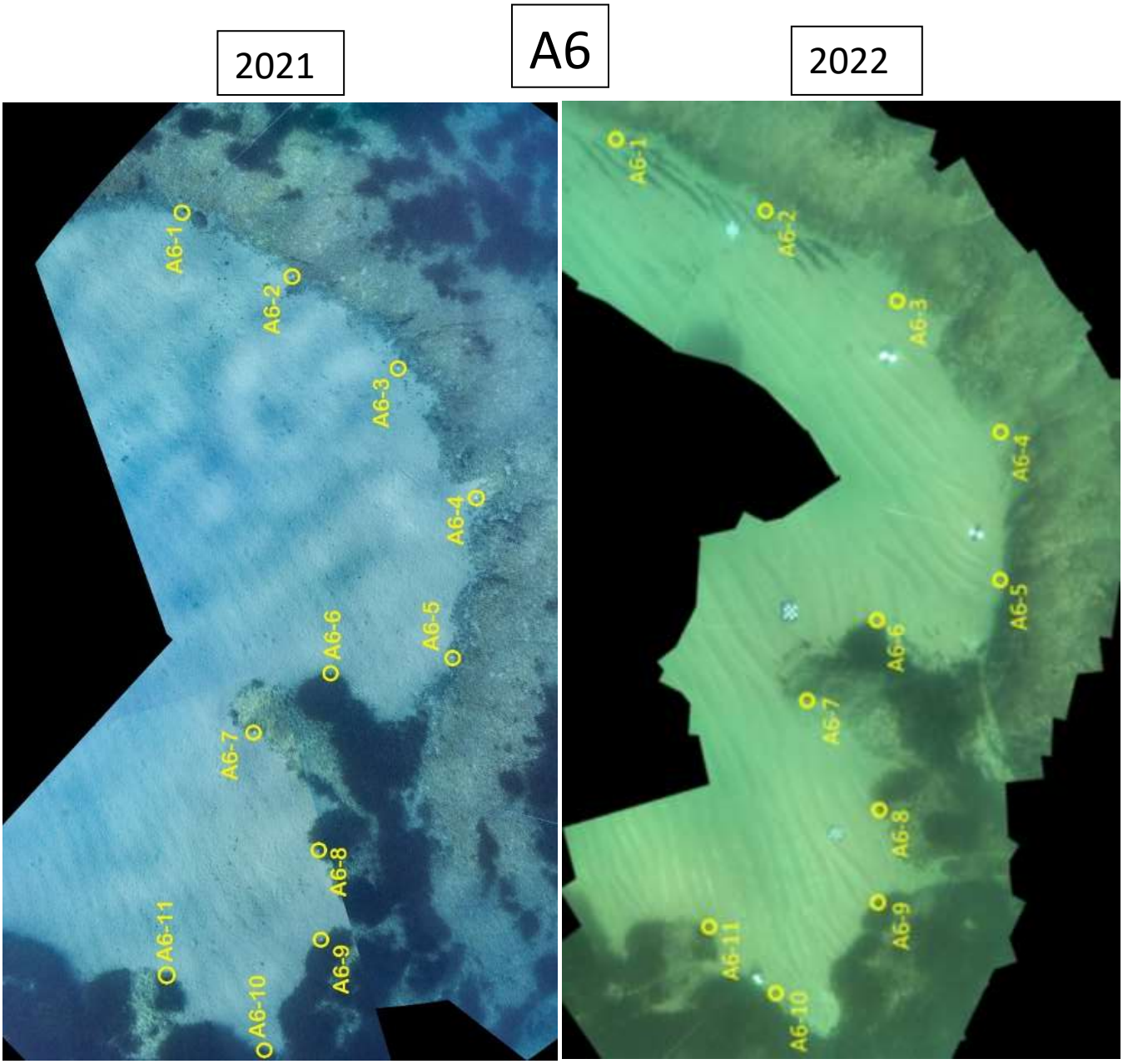


Figure 14 : Comparaison de la limite A6 entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

Les panoramas ci-dessus en figure 14 représentent la limite A6 photographiée en 2021 et en 2022. La limite assemblée en 2022 a été réalisé à partir de 48 photographies prises tout au long de la limite sous différents angles de vue. Grâce à de bonnes condition de turbidité, la totalité des balises a pu être identifié et replacé directement sur le panorama.

Les balises A6-1, A6-2, A6-3, A6-4, A6-5, A6-7 ont initialement été placées en limite de matte morte. En 2022, cette limite ne présente aucune évolution significative. On observe cependant un léger dépôt de sable sur la matte morte derrière les balises A6-1, A6-3, A6-4 et A6-5

Les balises A6-6, A6-8, A6-9, A6-10 et A6-11 ont été placées en limite d'herbier en 2021. On note un léger ensablement de 20 cm de largeur derrière les balises A6-6 et A6-10. Une légère régression est également observée au niveau de la balise A6-9. De plus les deux taches d'herbier situées entre les

balises A6-7 et A6-8 présentent une diminution de taille entre les deux années. La limite située derrière les balises A6-8 et A6-11 ne présente pas d'évolution.

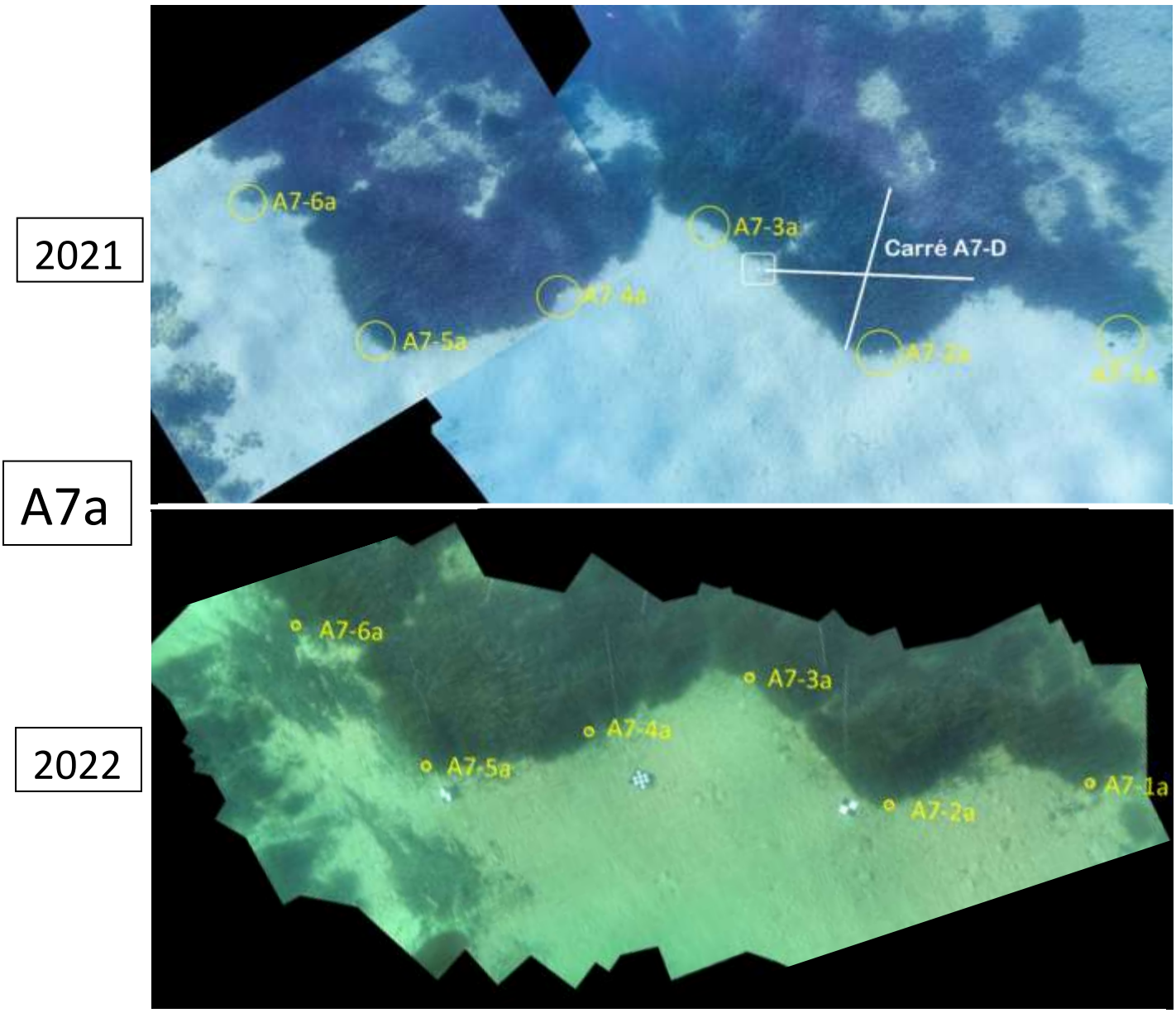


Figure 15 : Comparaison de la limite A7a entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

L'ensemble des photographies réalisées en 2021 et 2022 sur la limite A7a est présenté ci-dessus en figure 15 (panorama 2022 basé sur l'assemblage de 30 photographies prises le long de la limite sous différents angles). En 2022, les bonnes conditions de visibilité lors de la prise d'image ont permis d'identifier les balises directement sur le panorama à l'exception de la balise A7-5a, ici cachée par les fuseaux d'herbier. Celle-ci a pu être replacée à partir des photos brutes, dont l'angle de prise de vue a permis son identification.

L'analyse des images et les observations terrain n'ont révélé aucune évolution significative de la limite de l'herbier.

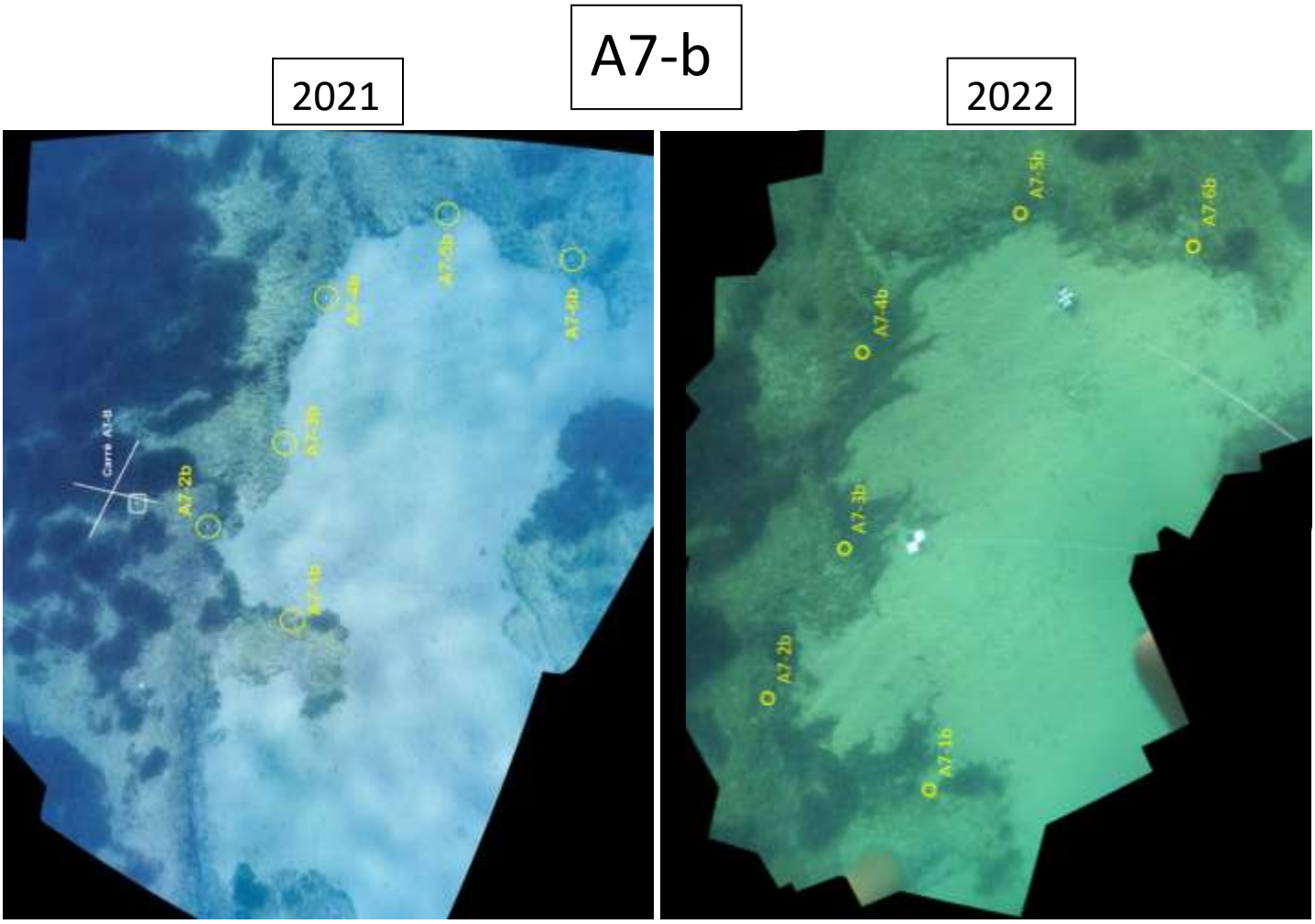


Figure 16 : Comparaison de la limite A7b entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

Les assemblages de photographies réalisés le long de la limite d'herbier A7b en 2021 et 2022 sont présentés ci-dessus en figure 16. Le panorama 2022 est réalisé à partir de 34 clichés pris sous différents angles et assemblés à partir du logiciel. Toutes les balises disposées en limite de matte morte en 2021 ont pu être identifiées directement sur le panorama et replacées directement sur celui-ci. L'analyse de l'image ainsi que les observations terrain ne montrent aucune évolution de la limite de matte morte au niveau des différentes balises. On note sur le panorama 2022 un léger dépôt de feuille morte de Posidonies sur le sable devant les limites.

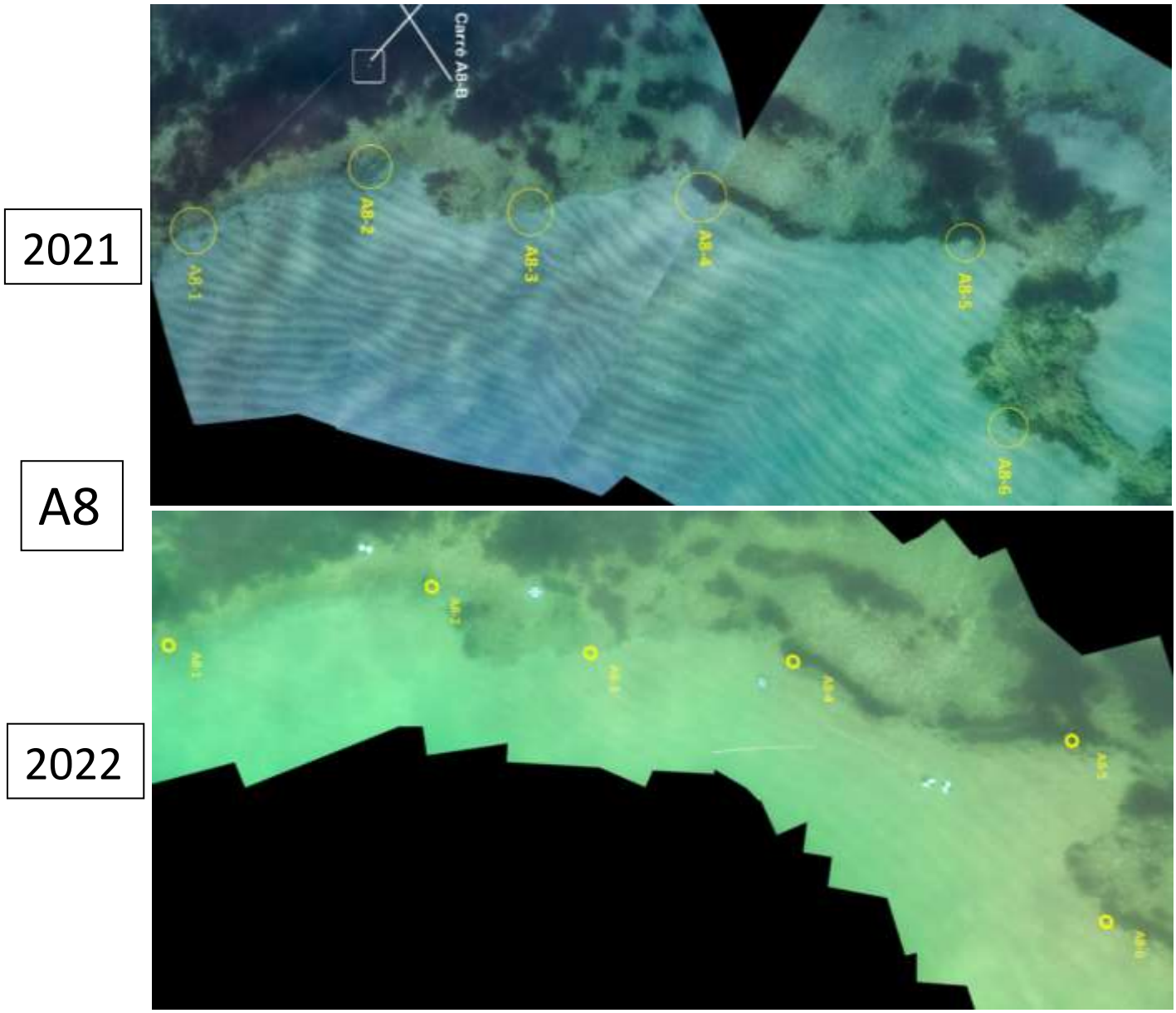


Figure 17 : Comparaison de la limite A8 entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C/O.E.C.)

Les images ci-dessus en figure 17 présentent les panoramas de la limite d'herbier A8 réalisés en 2021 et 2022. L'assemblage d'images 2022 a été réalisé à partir de 37 clichés pris le long de la limite, et comparés à l'assemblage de 2021. La qualité du panorama 2022 n'a pas permis d'identifier directement les balises. Celles-ci ont été replacées à partir des images brutes de qualité supérieure. L'analyse des images ainsi que les observations terrain ont permis d'évaluer la régression ou l'évolution de la limite. La limite de matte morte au niveau des balises A8-1, A8-2, et A8-3 ne présente aucune évolution significative. Les balises A8-4, A8-5 et A8-6 placées en limite d'herbier ne montrent également aucun signe d'évolution

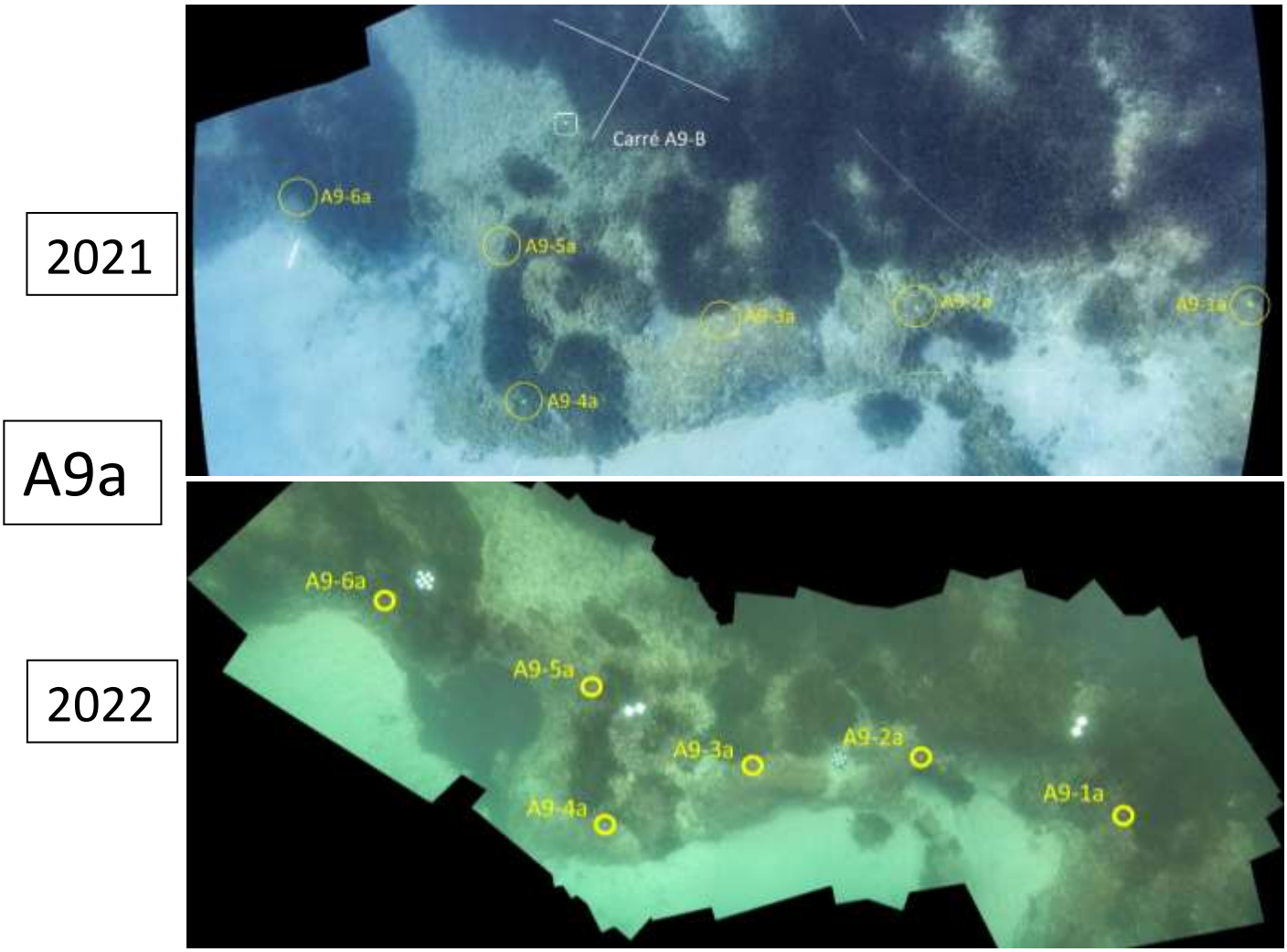


Figure 18 : Comparaison de la limite A9a entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C/O.E.C.)

La figure 18 ci-dessus, représente les panoramas de la limite A9a réalisés en 2021 et 2022. Le panorama 2022 résulte de l'assemblage de 34 photos prises tout au long de la limite. La qualité de l'assemblage a permis d'identifier et de replacer directement les balises sur celui-ci. Les 6 balises en bordure d'herbier n'indiquent aucune évolution significative de la limite. L'analyse des images brutes confirme l'absence d'évolution de la limite au niveau de la balise A9-2a. Placée en bordure de tache d'herbier en 2021, sa distance à l'herbier est difficilement appréciable à partir du panorama.
On note entre les balises A9-6a et A9-5a une accumulation de feuilles mortes recouvrant la tache de sables contre la matte morte.

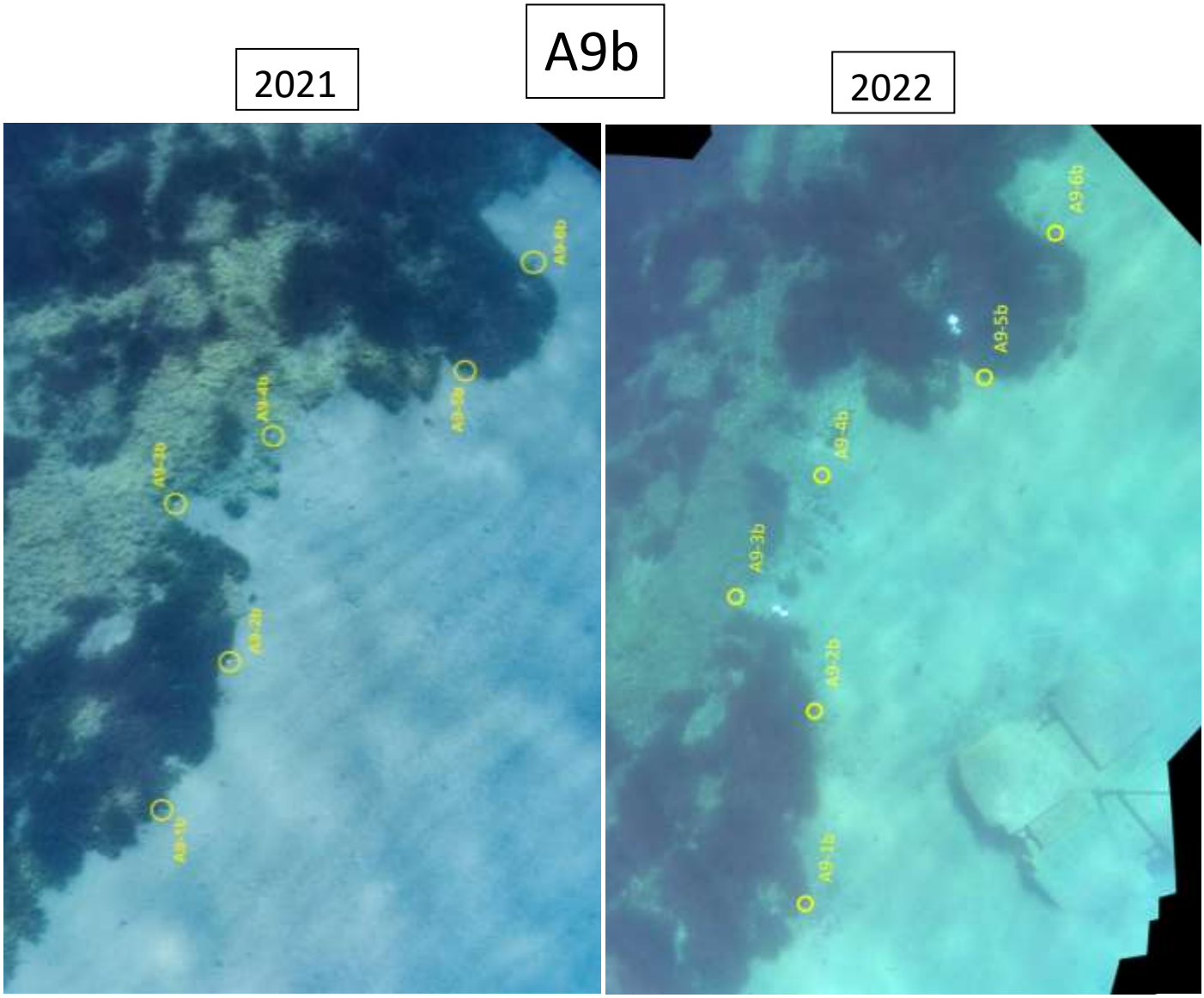


Figure 19 : Comparaison de la limite A9b entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C/O.E.C.)

Les panoramas ci-dessus en figure 19, représentent la limite A9b photographiée en 2021 et en 2022. La limite assemblée en 2022 a été réalisée à partir de 30 photographies prises le long de la limite sous différents angles de vue. Les balises mises en place en 2021 sont visibles sur le panorama 2022 à l'exception de la balise A9-5b dissimulée par les faisceaux d'herbier. Celle-ci a pu être précisément identifiée et replacée à partir des images brutes. Les balises A9-B1, A9-B2, A9-B5, et A9-B6 délimitent l'herbier vivant tandis que les balises A9-B3 et A9-B4 sont placées sur la matte morte. Les analyses d'images ainsi que les observations terrain montrent un ensablement léger autour des balises A9-3b et A9-4b. On note cependant une qualité moyenne des images collectées en 2022.

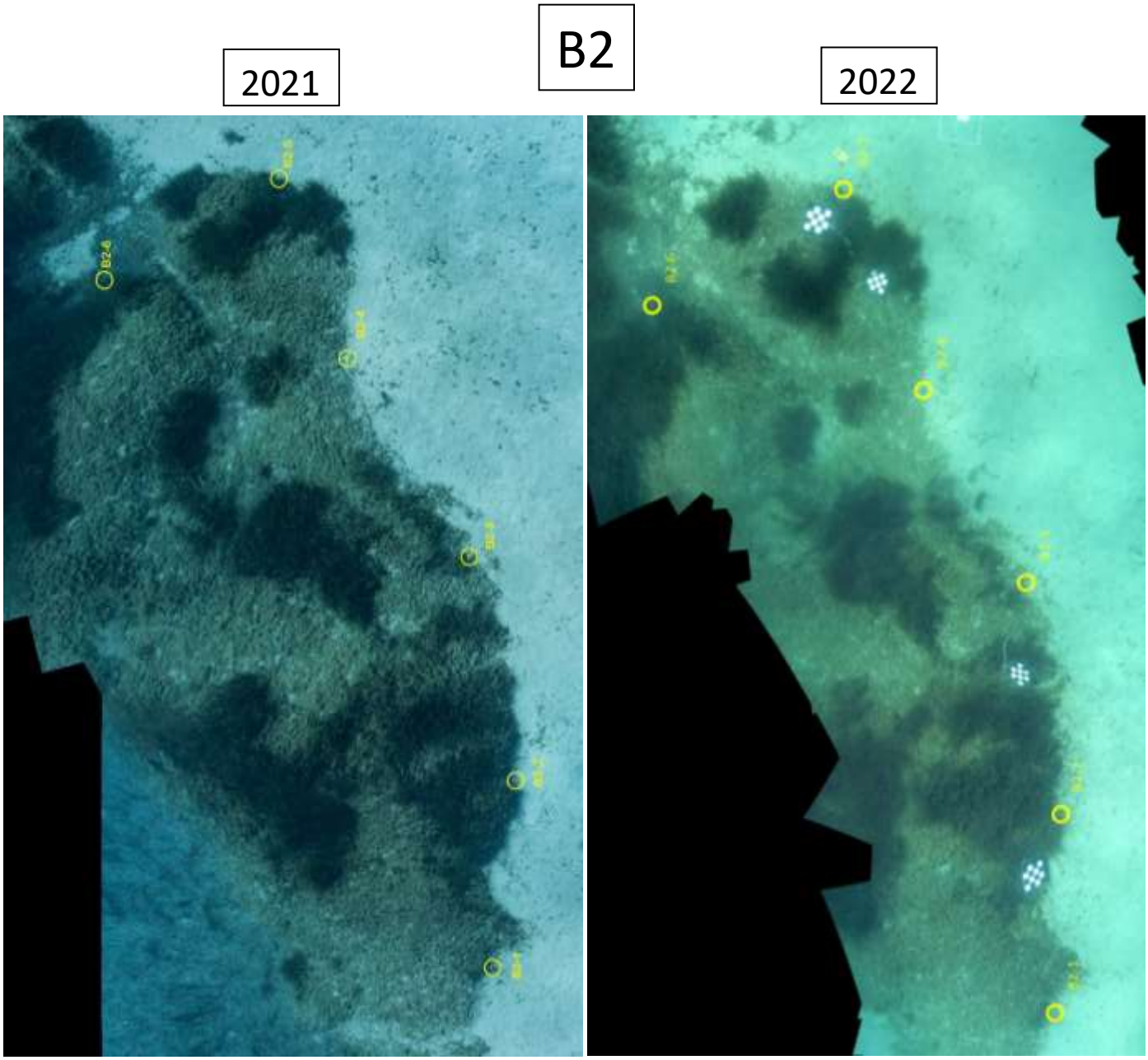


Figure 20 : Comparaison de la limite B2 entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C/O.E.C.)

Les assemblages d'images présentés en figure 20, représentent la limite B2 photographiée en 2021 et 2022. Le panorama 2022 est réalisé à partir de 33 images prises le long de la limite sous différents angles.

Seules les balises B2-1, B2-2, B2-4 et B2-6 ont pu être identifiées directement sur le panorama. Les balises B2-3 et B2-5 n'ayant pas pu être précisément repérées par manque de clarté, celles-ci ont pu être replacées à partir des images brutes de qualité supérieure. Les analyses d'images ainsi que les observations terrain n'ont montré aucune évolution de l'herbier derrière les balises B2-2, B2-5 et B2-6. La matte morte au niveau des balises B2-1, B2-3 et B2-4 ne présente également aucune évolution significative.

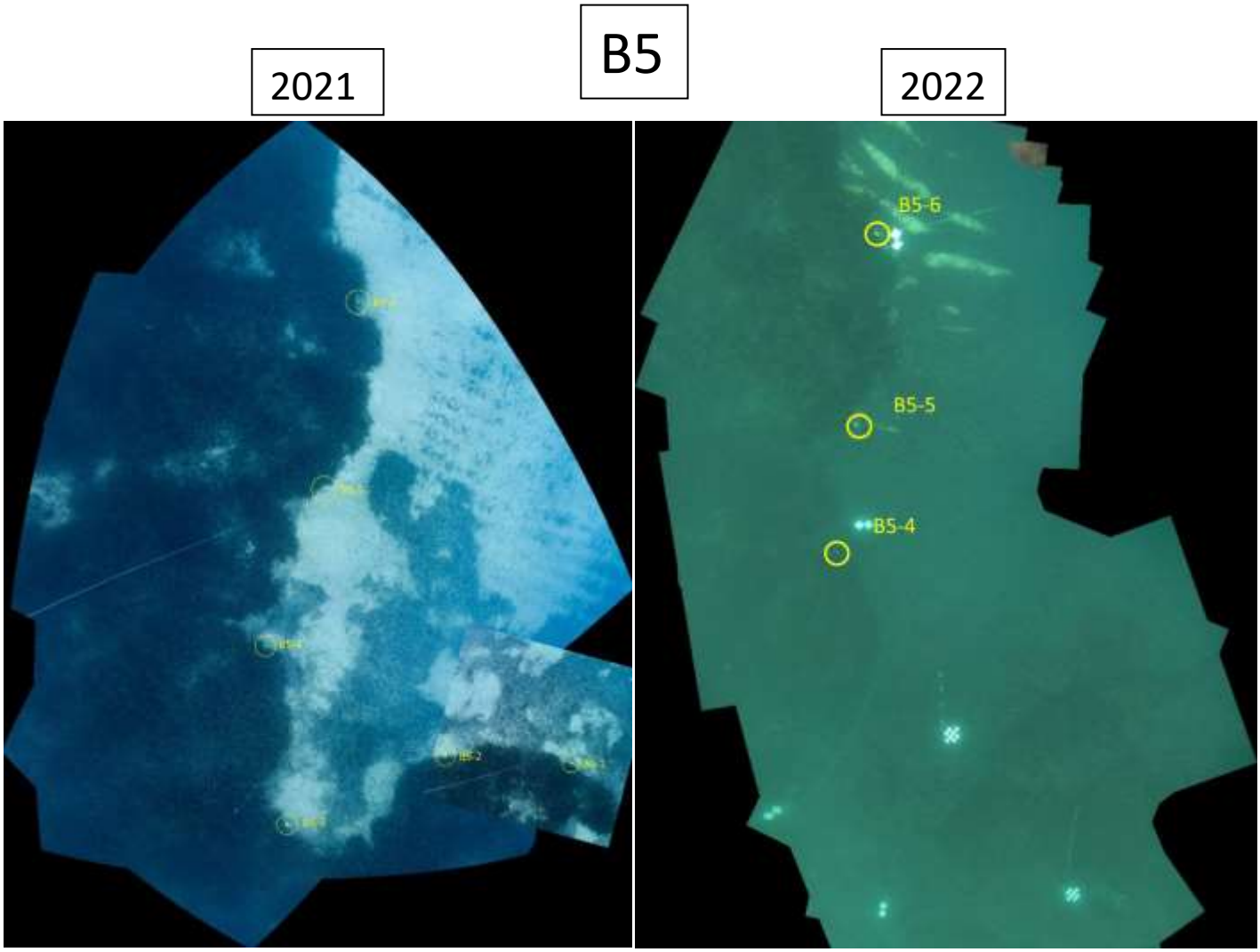


Figure 21 : Comparaison incomplète de la limite B5 entre 2021 (Creocean) et 2022 (U.A.C./O.E.C.)

L'ensemble des photographies réalisées en 2021 et 2022 sur la limite B5 est présenté en figure 21. Le panorama 2022 basé sur l'assemblage de 45 photographies n'est difficilement exploitable.

L'importante accumulation de feuilles mortes de *P.oceanica* sur l'ensemble de la limite et la turbidité de l'eau lors de la prise des photos n'a pas permis au logiciel Microsoft Image Composite Editor d'assembler correctement les images brutes. Sur la base d'une analyse image par image, seules les balises B5-4, B5-5, et B5-6 sont identifiables et semble stables.
La balise B5-4 n'est pas directement identifiable sur le diaporama. Ensevelie sous les feuilles mortes, elle a pu être replacée à partir des images brutes grâce au flotteur. La couche de feuille morte semble s'étendre sur environ 20 cm en arrière de la balise, entre celle-ci et l'herbier vivant.

L'ensemble des Micro-cartographies des limites d'herbier effectuées en 2021 ont donc été reconstituées lors du suivi de l'état écologique de l'herbier en 2022. La tendance générale de chaque limite est présentée dans le tableau ci-dessous (tableau VI) bien que la qualité des photos liée à la

turbidité de l'eau sur certaine station ainsi que l'accumulation feuilles mortes rendent l'interprétation difficile sur un pas de temps aussi court. On note pour 2021, l'absence de micro-cartographie de la limite de l'herbier aux abords du coffre d'amarrage A4. En effet le dispositif de suivi n'a été mis en place qu'en novembre 2021 lors d'une nouvelle intervention du bureau d'étude Creocean sur le site. La micro-cartographie de ce site sera présentée dans un prochain rapport.

Tableau VI : Récapitulatif des constatations in situ pour chaque limite d'herbier échantillonnée en 2021 et 2022.

Limites d'herbier	Evolution 2021-2022
Xa	Pas de différence significative
Xb	Pas de différence significative
X1a	Léger ensablement, léger dépôt de feuilles mortes
X1b	Pas de différence significative
X2	Léger dépôt de feuilles mortes
A5	Important dépôt de feuilles mortes, léger ensablement
A6	Léger ensablement, petite régression ponctuelle de *P.oceanica*
A7a	Pas de différence significative
A7b	Léger dépôt de feuilles mortes
A8	Pas de différence significative
A9a	Léger dépôt de feuilles mortes
A9b	Léger ensablement
B2	Pas de différence significative
B5	Important dépôt de feuilles mortes

III.6- Vérification du positionnement des coffres d'amarrage sur le plan d'eau en 2022.

Tableau VII : Distances entre les coffres d'amarrages et les herbiers à P.oceanica (herbier vivant et matte morte) relevées sur le terrain par le service A.P.M.I.L. en juillet 2022.

Coffre d'amarrage	Distance à l'herbier (m) relevée sur le terrain	Distance à la matte morte (m) relevée sur le terrain
A5	7.5	5.8
A6	6.7	4.9
A7	7	
A8	7.5	9
A9	3.4	

Parallèlement à la réalisation du suivi scientifique, les équipes de plongeurs du service A.P.M.I.L. ont procédé à des mesures de distances entre certains coffres d'amarrage et les herbiers de posidonies ainsi que de la matte morte. Ces mesures *in situ* révèlent que les coffres A5, A6, A7, A8 et A9 sont physiquement positionnés à moins de 10 mètres de l'herbier vivant (distance entre le bord du coffre et les faisceaux foliaires) (tableau VII).

Une attention particulière s'est portée sur le coffre A9, situé à une distance de 3,4 mètres d'un herbier à *Posidonia oceanica* (figure 22), soit la distance à l'herbier mesurée la plus proche.

Figure 22 : Photo du Coffre A9 (damier de 40 cm de côté) positionné à 3.4m de l'herbier vivant (U.A.C./O.E.C).

Le positionnement des coffres *in situ* a également été relevé en 2022 dans le cadre du projet RENFORC pour la réalisation d'une cartographie des biocénoses superficielles au niveau de la plage de Balistra à partir d'images collectées en drone par l'Université de Corse.

Les cartes présentées en figure 23 et 24 matérialisent le positionnement des autorisations prévues par l'arrêté préfectoral n°2A-2021-05-31-00001 et le positionnement réel des coffres mis en place sur la zone entre juillet et septembre 2022 soulevant un problème de conformité sur plusieurs coffres d'amarrages.

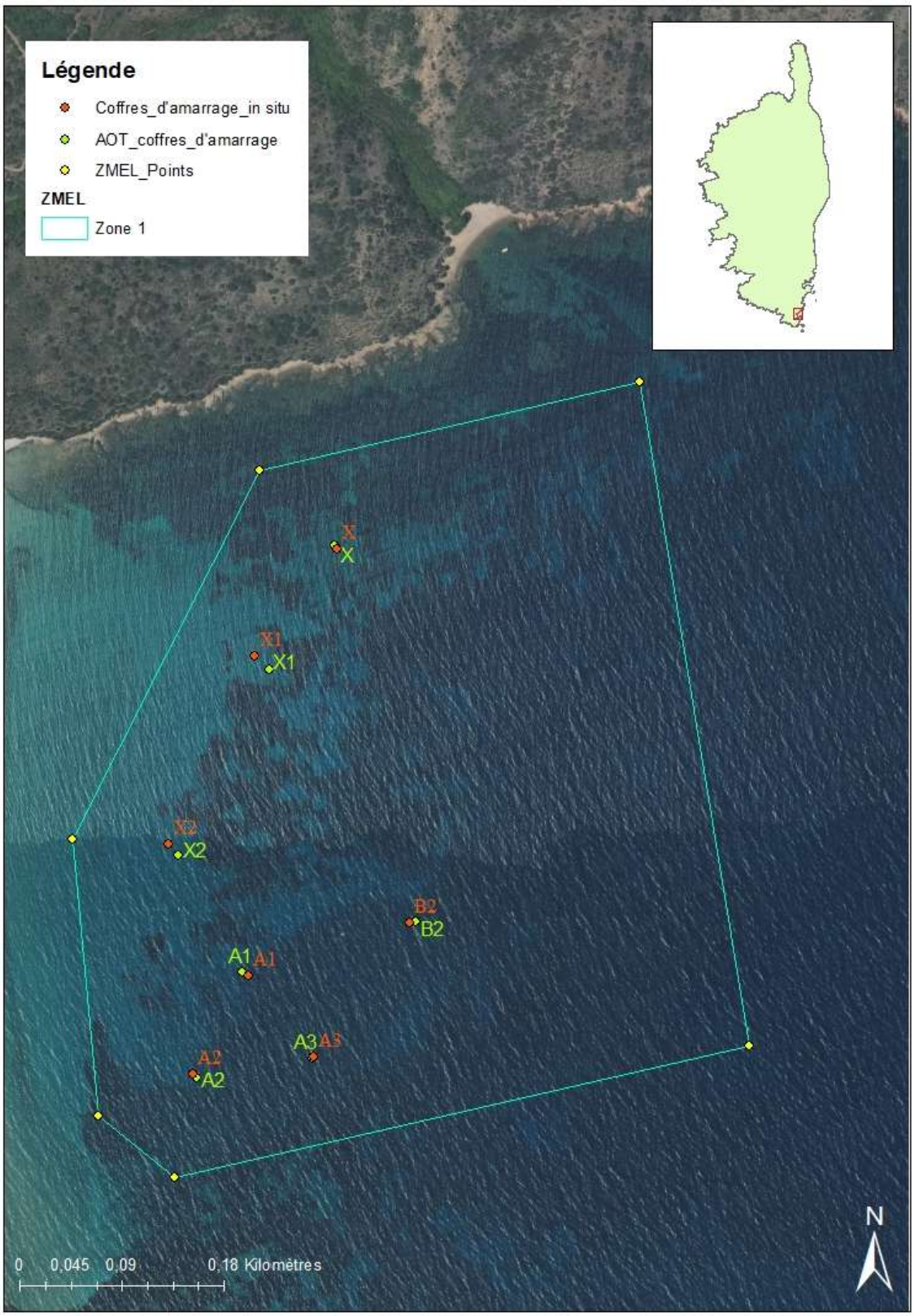


Figure 23 : Positionnement des autorisations délivrées dans le cadre de l'AP n°2A-2021-05-31-00001 (en vert sur la carte) et des coffres d'amarrage mis en place durant la saison 2021 (en rouge), sur la zone 1 (Carte U.A.C/O.E.C).

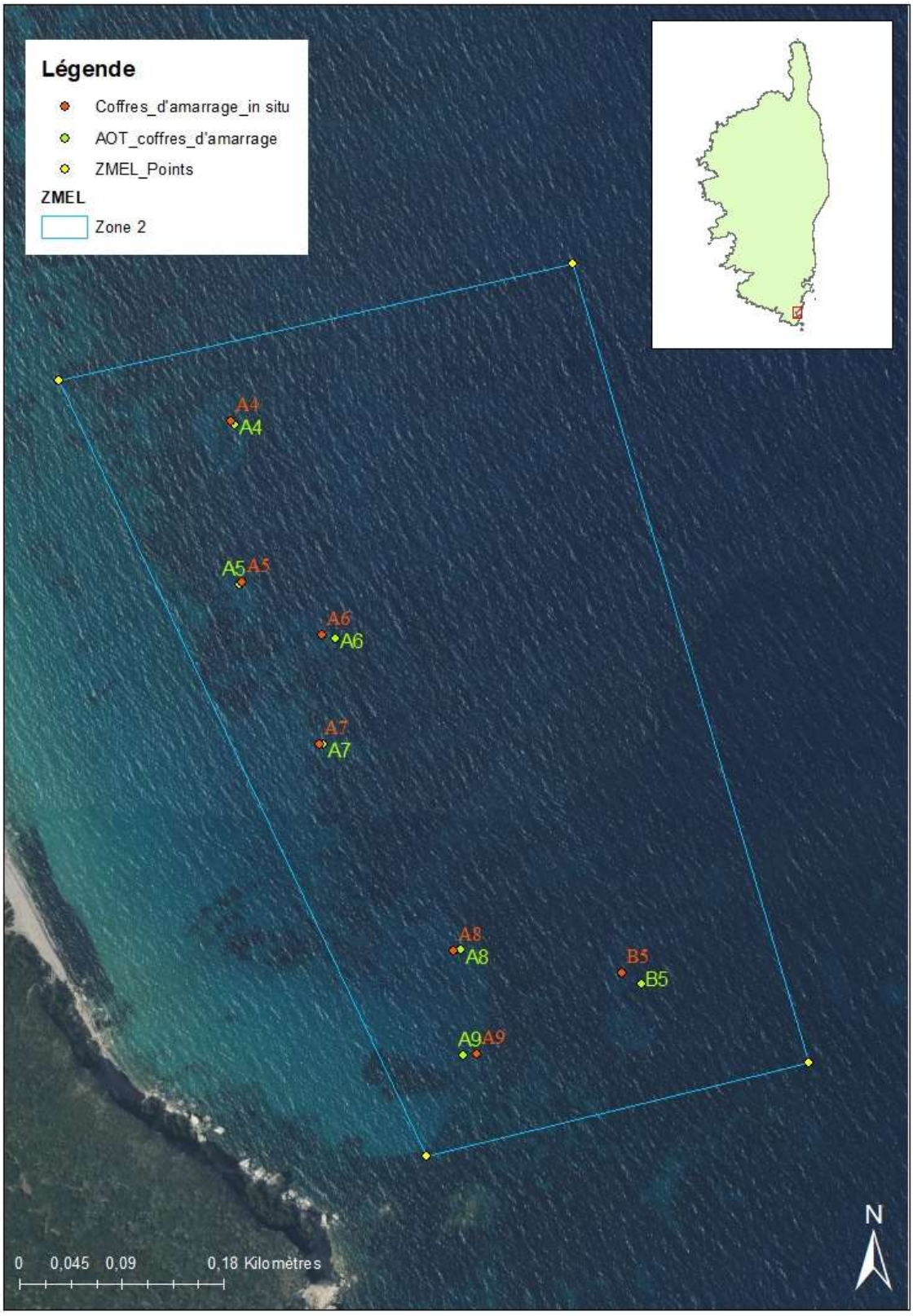


Figure 24 : Positionnement des autorisations délivrées dans le cadre de l'AP n°2A-2021-05-31-00001 (en vert sur la carte) et des coffres d'amarrage mis en place durant la saison 2021 (en rouge), sur la zone 2 (Carte U.A.C/O.E.C).

IV- Discussion

Le suivi écologique de l'herbier à *Posidonia oceanica* réalisé en 2022 par l'U.A.C. /O.E.C. sur les deux Z.M.E.L. de la zone de Balistra a été appliqué au niveau de 46 carrés permanents et 14 limites aux abords des coffres d'amarrage et de la bouée météo, mis en place en 2021 par la commune de Bunifaziu.

Sur les 48 carrés permanents prévus dans le cadre de cette étude, seuls 46 ont été exploités en 2022. Les emplacements des carrés A7b et BMc ont été approximativement retrouvés, avec entre un et deux piquets restant par carré. La perte des autres piquets n'a pas permis de matérialiser le carré tel que disposé en 2021. Certains piquets présentaient déjà des problèmes de fixation durant la campagne de renforcement des dispositifs menée par l'U.A.C./O.E.C. en juillet 2021 ; 10% des tiges partiellement déchaussées avait dû être replantées. Il est mentionné dans la littérature scientifique relative au suivi de l'herbier à *Posidonia oceanica*, que les carrés permanents sont généralement matérialisés à partir de balises de géomètre (Boudouresque *et al.*, 2006 ; Lizaud et Serantoni 2006 ; Deter *et al.,* 2010). Celles-ci sont verrouillées dans le substrat à partir d'une tige en acier dont la base s'ouvre dans le substrat. Une autre alternative serait d'utiliser un système d'ancrage à vis. Il est fort probable que des problèmes de fixation soient à nouveau observés dans les années à venir, d'où la nécessité de procéder au renforcement régulier des structures afin d'assurer la pérennité du suivi sur le long terme.

Etude de la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* :

Les mesures *in situ* de la densité des faisceaux et du déchaussement ont été réalisées en 2021 et en 2022 suivant le protocole d'échantillonnage préconisé dans le cadre de l'arrêté préfectoral portant autorisation des deux Z.M.E.L. de Balistra. Cependant ce protocole ne précise pas le nombre de réplicas à réaliser dans chaque carré permanent. Les résultats présentés en 2021 par le bureau d'étude Creocean (annexe VI) ont été obtenus avec quatre réplicas de quadrats de 20 x 20 cm disposés de manières aléatoire dans les carrés permanents. Les résultats présentés dans cette étude par l'U.A.C./O.E.C. ont été mesurés, à l'intérieure de 12 sous-carrés de 20 x 20 cm répartis dans 4 quadrats placés au contact de chaque piquet. Le protocole 2022, précis et reproductible sur le long terme, s'inspire du protocole pour la mise en place d'une surveillance des herbiers de Posidonies (Pergent, 2007). Un quadrat de 20 x 20 cm correspond à la plus petite surface représentative (Panayotidis *et al*., 1981). Le nombre de réplicas utilisé en 2022, 3 fois supérieur à celui de 2021 est bien plus représentatif des stations d'échantillonnage, avec une disposition des carrés assurant une répétabilité semi-aléatoire du suivi (2021, n=4 ; 2022, n=12/carré permanent).
Plus précis, les résultats obtenus en 2022 sont difficilement comparables avec les données 2021. Les données des deux années d'échantillonnage ont tout de même été mises en relation. En comparant les résultats des mesures effectuées, on constate une différence de densité de faisceaux dans 78% des carrés permanents. 47% d'entre eux montrent des signes de régression, tandis que l'état de l'herbier s'améliore dans 53 % des cas. On note une différence de densité moyenne de l'ordre de 5 %, ne témoignant pas, sur la base de cette comparaison moyennement fiable, d'une régression majeure sur la zone d'étude.

Nous proposons que le protocole appliqué par l'U.A.C./O.E.C. en 2022 soit maintenu lors des prochaines campagnes de suivis scientifiques et que les résultats obtenus cette année soient utilisés comme référence pour la définition de l'état zéro de la zone d'étude pour la densité des faisceaux, le déchaussement et le pourcentage de rhizomes plagiotropes.

Sur l'ensemble des 46 carrés permanents échantillonnés, la densité moyenne mesurée est « très bonne » pour 23.9 % des carrés. La majorité des carrés permanents ont une densité variant de « bonne » (32.6%) à « moyenne » (32.6%), et 10,9% des carrés ont une densité « médiocre » (Cf classification Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini et Pergent ,2010). Plus de la moitié des mesures correspond donc à des densités « très bonnes » à « bonnes ». La densité varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présente des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles sont beaucoup plus faibles en profondeur notamment au niveau des limites inférieures ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Pergent *et al*., 1995). Les stations échantillonnées se situent toutes dans des bathymétries comprises entre 8 m et 13 m de profondeur à l'exception de la bouée météorologique (15 m). On note pourtant des niveaux de densités médiocres au niveau de stations d'échantillonnage situées entre 5 et 10 m de profondeur. Cet état initial des herbiers doit effectivement prendre en compte l'historique de cette zone fortement impactée par l'ancrage des navires ces 20 dernières années notamment des grandes unités comme en témoignent les dernières études menées sur le Golfe de Sant'Amanza (Pergent-Martini *et al*., 2020).

Le pourcentage de rhizome plagiotrope, inférieur à 30% sur l'ensemble des carrés, est indicateur d'un herbier « généralement stable avec peu ou pas de progression » selon la classification de Charbonne*l et al*. (2000). Suite à l'arrêt de l'ancrage, l'herbier devrait être en mesure de recoloniser les mattes mortes adjacentes et cette valeur devrait augmenter dans les prochaines années.

La majorité des carrés permanents, soit 63% d'entre eux présentent un déchaussement moyen « faible », inférieur à 5 cm et 37% ont un déchaussement compris entre 5 et 15 cm considéré comme « moyen » (Charbonne*l et al*., 2000). Ce paramètre peut varier en fonction du taux de sédimentation (matérialisé par la vitesse de croissance des rhizomes et, en cas de déficit, par leur déchaussement) (Pergent *et al*., 1995). Il présente cependant une variabilité importante, son suivi doit donc être réalisé sur une longue période de temps pour être pertinent.

Le pourcentage de recouvrement :

Le taux de recouvrement des carrés permanents a été évalué, dans un souci de conformité avec la méthodologie utilisée par Creocean, à partir de photographies ortho rectifiées. En comparant les résultats de recouvrement des 22 panoramas photographiques exploitables en 2022 par rapport aux évaluations réalisées en 2021, on constate une variation du recouvrement moyen de l'herbier à *Posidonia oceanica* de 3 %. Entre les deux années de suivi. La variation maximale du taux de recouvrement est de 9 %, et la variation minimale de 0,2 %. Une augmentation de 11% du recouvrement a été observée au niveau du carré A8c. Cette variation s'explique par une modification de la disposition du carré en 2022. Un piquet arraché a été replanté à une distance plus proche de l'herbier rendant la comparaison impossible**. Avec une différence de recouvrement n'excédant pas**

une marge de 10% (Pergent, 2007) entre 2021 et 2022, aucune différence significative concernant le taux de recouvrement des 22 carrés n'est observée à ce stade du suivi.

Les carrés permanents situés autour des coffres d'amarrage potentiellement problématiques par leurs faibles distances à l'herbier, comme les coffres A9 (à 3,5 m de l'herbier vivant) et A5 (à 7,5 m) présentaient déjà un pourcentage de recouvrement moyen en 2021 selon la classification de Charbonnel *et al.* (2000). Le pourcentage de recouvrement autour du coffre d'amarrage A6, également proche de l'herbier (6,7 m), est assez faible en 2022 (A6a, A6b et A6d <70% en moyenne) mais également stable par rapport à 2021. Ces observations devront être confirmées dans les prochains suivis.

Concernant le taux de recouvrement des carrés permanents dans les deux Z.M.E.L. pour cette première année d'étude, les premiers résultats montrent une stabilité générale sur la zone. Cette tendance reste à confirmer durant les années à venir et pourraient être modifiées par l'apparition de phénomènes d'érosion ou d'ensablement liés à une modification de la courantologie aux alentours des coffres d'amarrage (6m x 6m) ou à une diminution de l'ensoleillement causée par l'ombrage des grandes et très grandes unités pouvant atteindre 42 mètres sur la zone en 2021 (OEC, 2021). Ce phénomène s'observe notamment par une diminution de la densité foliaire, un paramètre pris en compte dans le cadre de notre étude et qui fera l'objet d'un suivi sur le long terme.
La réalisation des ouvrages côtiers modifie localement les houles et les courants, et par voie de conséquence les processus de transport des sédiments littoraux qui déterminent leur distribution : érosion ou accumulation (Astier, 1984). Ces modifications altèrent l'équilibre entre le taux de sédimentation et la croissance verticale des rhizomes qui y répond. Une accumulation excessive de sédiment détermine le recouvrement des apex végétatifs de *Posidonia oceanica*. Si le taux de sédimentation dépasse 5-7 cm/an, les points végétatifs meurent (Boudouresque *et al*., 1984). Inversement, si ce taux est nul ou négatif (départ de sédiment), les rhizomes se déchaussent et sont alors très sensibles à la cassure (hydrodynamisme, ancres, chalutages, etc.) (Boudouresque et Jeudy de Grissac, 1983). Un tel phénomène dépend fortement du dimensionnement et du positionnement des ouvrages ainsi que de la courantologie qui s'exerce sur la zone. Il est difficilement observable sur une année de suivi mais devra être étudié sur un pas de temps plus long pour pouvoir être évalué.

<u>Micro-cartographie des limites d'herbiers</u> :

Concernant le suivi des limites d'herbier à *Posidonia oceanica* et de matte morte à proximité des coffres d'amarrage, deux limites présentent de légers signes d'ensablement. On note une régression moyenne de 5 cm au niveau de 3 balises sur la limite X1a et une régression d'environ 20 cm au niveau de 2 balises sur la limite A6, ainsi que la disparition d'une petite tache d'herbier. Ces régressions liées à un apport de sédiment doivent faire l'objet d'un suivi plus approfondi.
Les dépôts légers de feuilles mortes observés sur 8 limites sont des dépôts superficiels ne recouvrant que légèrement l'herbier vivant ou la matte morte. Pouvant facilement être déplacés par hydrodynamisme, ces apports de matériels semblent temporaires et n'entrainent pas pour le moment, de modification physique des limites concernées.

Des apports de matériel, plus conséquents ont été relevés au niveau des limites situées autour des coffres d'amarrage A5 et B5. La forte accumulation de feuilles mortes observée sur la limite **A5** (située à l'ouest du coffre et à 7m de celui-ci) concerne 9 des 11 balises. Les 2 balises restantes sont ensablées, témoignant d'une régression moyenne de cette limite de 15 cm sur une distance d'environ 6 mètres. Les importantes accumulations de feuilles mortes pourraient donc cacher un éventuel ensablement sur la zone. L'hypothèse de l'ensablement de la limite due à une modification de la courantologie liée à la mise en place du coffre d'amarrage A5 reste à vérifier. Une épaisse couche de feuilles mortes avait déjà été notifiée en 2021 (CREOCEAN, 2021). Un début d'ensablement avait également été observé par l'U.A.C./O.E.C. lors de la mission de renforcement des dispositifs de suivi, avant la mise en place des coffres d'amarrage. Des vérifications devront être effectuées sur le terrain en 2023, de manière à suivre ce phénomène d'accumulation dans le temps, qui pourrait n'être que temporaire ou au contraire, aggravé au fil des années.
La limite **B5**, située à environ 10 m au sud-est du coffre d'amarrage, est également sujette à une forte accumulation de feuilles mortes en 2022, recouvrant 5 des 6 balises sur une distance d'environ 35 mètres. Contrairement à la limite A5, aucun amas de feuilles mortes n'avait été observé en 2021 lors de la mise en place des dispositifs, ni lors de la mission de renforcement. Cet amas, plus important que celui observé sur la limite A5, se confond par endroit avec l'herbier vivant et engendre une turbidité relativement importante sur la zone. Seulement 3 balises sont repérées sur les photographies réalisées en 2022. Cette dynamique devra être mesurée sur une échelle de plusieurs années. Cette accumulation pourrait être lié à un arrachage important d'herbier à *Posidonia oceanica* à proximité de la zone. Il reste cependant à savoir si cette accumulation est engendrée par les conditions normales de l'hydrodynamisme dans le secteur ou par une modification de la courantologie sur la zone.

Les limites à proximité des coffres d'amarrage ont été matérialisées en bordure de matte morte au niveau de quelques balises des limites X1a, X1b, X2, A5, A6, A7b, A8, A9b, B2. La littérature indique que les balisages mis en place dans le cadre de la surveillance des herbiers à *Posidonia oceanica* doivent être placés en limite d'herbier vivant (Boudouresque *et al.,* 2006 ; Pergent *et al.,* 2007), de manière à mettre en évidence la stabilité ou l'évolution des limites. Le choix de disposer les balises en limite de matte morte sur quelques stations permettra de mettre en évidence un éventuel ensablement ou une érosion des « tombants de matte » très sensibles à l'hydrodynamisme et qui pourraient passer inaperçus au fil du temps dans l'hypothèse d'une possible modification de la courantologie sur les sites exploités.
La micro-cartographie de la limite de l'herbier aux abords du coffre d'amarrage **A4** (situé à 12m de l'herbier vivant et 4,5m de la matte) n'a pas pu être réalisée par le service A.P.M.I.L. en 2022 (absence de coordonnées GPS dans le rapport de l'état initial fourni par Creocean (2021)). Il sera nécessaire de repérer cette limite et de l'équiper de flotteurs de manière à réaliser une première micro-cartographie de la zone en 2023.
On constate que le balisage de la limite de l'herbier aux abords du coffre d'amarrage **A3** n'a pas été mise en place en 2021. Ce balisage devra être mis en place en 2023, conformément à l'arrêté préfectoral du 31/05/2021.

<u>Problématiques engendrées par le positionnement des coffres d'amarrage disposés à moins de 10 mètres de l'herbier :</u>

Toutes les distances inferieures à 10 mètres des ouvrages par rapport aux herbiers à *Posidonia oceanica* non conformes à l'arrêté préfectoral N°2A-2021-05-31-00001 et relevées par l'U.A.C./O.E.C. ont été signalées.au maître d'œuvre (Mairie de Bunifaziu) ainsi qu'à la Direction de la Mer et du Littoral de Corse.

Le coffre d'amarrage A9 a été identifié comme le plus proche de l'herbier, placé à 3,4 m de celui-ci. En croisant les différents résultats obtenus lors du suivi de la vitalité de l'herbier, on note un taux de recouvrement des carrés permanents stable entre 2021 et 2022. La densité foliaire est considérée comme « moyenne » dans le carré permanant A9a est « bonne » pour A9b. Cependant, la limite A9b semble présenter un léger ensablement entre balises A9-4b et A9-3b. La turbidité de l'eau rendant l'exploitation des images difficile en 2022, ce suivi sera renouvelé *in situ* en 2023.

Les coffres d'amarrage A6 et A7 mesurés entre 6.7 et 7m de l'herbier présentent des limites relativement stables sur cette première période d'exploitation, un taux de recouvrement inchangé avec des densité allant de « bonne » à « très bonne » pour les carrés autour du point A7, et de « moyenne » à « bonne » au niveau du point A6. Toutefois, la disparition d'une petite tache d'herbier et le recul de l'herbier à *Posidonia oceanica* en arrière de 2 balises sur ce dernier point, mérite d'être suivi précisément dans les années à l'avenir.

Le **coffre d'amarrage A8** mesuré à 7,5 m de l'herbier présente des densités allant de « moyenne » à « médiocre » pour le carré permanant A8a. Ces paramètres devront faire l'objet d'un suivi précis.

Le **coffre d'amarrage A5**, mesuré à une distance de 7.5 m de l'herbier, montre une limite d'herbier vivant et de matte morte a tendance évolutive avec de fortes accumulations de feuilles mortes. Les mesures de densité de faisceaux, « bonne » pour les carrés A5c et A5d, sont indiquées comme « moyenne » et « médiocre » pour les carrés A5a et A5b. Les données de recouvrement ne montrent pas de signes d'évolution d'une année sur l'autre.

La première analyse comparative réalisée cette année ne permet donc pas à ce stade du suivi scientifique, de mettre en évidence un impact significatif sur l'herbier à *Posidonia oceanica* directement lié aux ouvrages et qui pourraient être en relation avec une modification de l'hydrodynamisme ou une diminution d'ensoleillement causé par l'utilisation des coffres d'amarrage (à cette profondeur la lumière n'est pas un facteur limitant). Certains paramètres étant liés à des dynamiques lentes, ces analyses devront se baser sur des séries plus longues que le seul pas de temps d'un an entre 2021 et 2022.

V- Conclusion et perspectives

Cette étude s'inscrit dans la continuité de la démarche impulsée par l'U.A.C./O.E.C., gestionnaire de la R.N.B.B. et son Conseil Scientifique afin de suivre l'impact potentiel sur le milieu naturel des coffres d'amarrages positionnés dans la baie de Balistra (Golfe de Sant'Amanza) en 2021. Elle a permis dans un premier temps de sécuriser le balisage des dispositifs de suivis scientifiques *in situ* devant servir de référence à ce suivi dans les prochaines années, de signaler la non-conformité de certains coffres d'amarrage, ainsi que de définir les bases nécessaires à la réalisation d'un suivi sur le long terme, proposées ci-après :

- Concernant l'étude de la vitalité des herbiers à *Posidonia oceanica*, le service A.P.M.I.L. de l'U.A.C./O.E.C. a appliqué en 2022, une méthode d'échantillonnage plus robuste que celle proposée l'année précédente avec une augmentation conséquente du nombre de réplicas par carré permanents. Cette démarche a conduit à la non prise en compte des résultats obtenus en 2021 pour la densité foliaire, le déchaussement et le pourcentage de rhizomes plagiotropes. Les résultats obtenus en 2022 pour ces paramètres, ont donc été pris pour référence dans la définition de l'état initial ou état zéro, des herbiers sur la zone d'étude.

- Pour la compacité de la matte, il semble également important d'augmenter le nombre de réplicas afin d'améliorer la robustesse de l'échantillonnage afin de bénéficier de données inter-annuelles comparables comme le montre l'étude commandée par l'O.E.C/U.A.C à la STARESO, jointe en annexe V du présent rapport (Fontaine *et al*., 2022).

- Les résultats enregistrés aux abords des coffres d'amarrage et de la bouée météo ne présentent pas de différences significatives en ce qui concerne le taux de recouvrement des herbiers à *Posidonia oceanica* entre 2021 et 2022. Ils témoignent actuellement, d'un herbier généralement stable avec peu ou pas de progression de ce paramètre.

- Concernant les micro-cartographies des limites d'herbiers vivants et de mattes mortes, des évolutions sont notées autour des coffres A5 et A6. L'ensablement de la limite A5 ayant déjà été notifié en 2021, et le dépôt de feuilles mortes observé sur la limite B5 pouvant être un phénomène temporaire, de nouvelles observations sur site dans les années à venir seront déterminantes pour affirmer ou non cette tendance à la régression, tenant compte du courant principalement orienté du nord vers le sud sur l'ensemble de la baie. Pour la limite A6, une petite régression de l'herbier semble apparaître mais méritera un suivi sur une plus longue période pour être confirmée ou infirmée. Il serait possible d'envisager, concernant ces limites potentiellement problématiques, un suivi complémentaire plus précis, en appliquant la méthode préconisée dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonies (Meinesz, 1977 ; Charbonnel *et al.*, 2000) lors de la réalisation des prochaines micro-cartographies. Ceci dans l'attente du repositionnement des coffres d'amarrage non conformes et positionnés à moins de 10m des herbiers.

- Le coffre d'amarrage A9, positionné à 3,4 m de l'herbier à *Posidonia oceanica*, devra également faire l'objet d'une attention particulière jusqu'à son déplacement afin de vérifier le phénomène d'ensablement léger de la limite A9b observé dans le cadre de cette étude.

- En se référant strictement au protocole, ce suivi couvrant 14 coffres d'amarrage, 48 carrés permanents et 15 limites d'herbiers, devra être réalisé tous les ans sur le site.
  Dans les années à venir, il sera nécessaire de mettre en place les dispositifs de suivi manquant (perdus ou non installés en 2021), soit la limite A3, ainsi que les carrés permanents A1d, A3c, A3d, A4c, A4d, B2c, B2d, B5c, B5d et X2, de manière à compléter le suivi scientifique tel que prévu dans l'arrêté préfectoral. Des plongées de renforcement supplémentaires seront également nécessaires chaque année pour pérenniser les stations de comptage.

  Les résultats obtenus en 2022, nous laissent supposer qu'un allongement de la périodicité de ce suivi pourrait être envisagé à 2 ans avec l'accord du Conseil scientifique de la R.N.B.B.. La micro-cartographie des limites d'herbiers problématiques pourra être vérifiées annuellement.

Les futures campagnes de suivi apporteront des précisions quant à l'évolution de l'état de conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* aux alentours des coffres d'amarrage des Z.M.E.L. expérimentales de Balistra afin de permettre au gestionnaire d'assurer la réversibilité de l'expérimentation en cas d'impact significatif sur la nature. **Compte tenu du manque de références disponibles dans la littérature scientifique sur le sujet et du manque de recul dont nous disposons sur ces infrastructures sous-marines, nous pouvons supposer qu'aucune conclusion ne pourra être émise avant la 5^{éme} année de suivi sur la zone.**

Les données collectées permettront également d'assurer une surveillance de l'état de santé général des herbiers dans la zone en complément du projet de restauration, RENFORC, actuellement en place sur le secteur d'étude. L'impact particulièrement important de l'ancrage dans les herbiers du golfe de Sant'Amanza, avec 15.9 % des herbiers détruits en une année (Pergent-Martini, 2020), souligne la nécessité de conserver cet écosystème d'importance dans les équilibres écologiques et physiques du système littoral, au sein d'un secteur particulièrement sensible de la R.N.B.B..

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Barralon E., Boussard A., Pergent-Martini C., Pergent G., Rouanet E., 2018. Cartographie et évaluation de l'état de conservation des formations récifales à *Posidonia oceanica* en Corse. Contrat Office de l'Environnement de la Corse, Agence de l'Eau RMC, LIFE MARHA (AFB) et GIS Posidonie Centre Corse, GIS Posidonie Publ., Corte : 1-64 + annexe.

Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle publ., Paris : 246 p.

Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonies. Cahier Parc nation. Port-Cros, 4 : 1-79.

Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Meinesz A., 1984. Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on Posidonia oceanica beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 185-191.

Boudouresque C.-F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub. Fr : 1-202.

Boudouresque C. F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2012. Protection and conservation of *Posidonia oceanica* meadows. RAMOGE and RAC/SPA publisher, Tunis: 1-202.

Cancemi G., Guala I., Coppa S., Buron K., 2008. L'impact des ancrages sur les herbiers à *Posidonia oceanica* et sur les populations de grande nacre (Pinna nobilis). AMPAMED.

Cappato A., Canevello S., Baggiani B., 2011. Croisière et plaisance en Méditerranée. Istituto Internazionale delle Communicazioni, Gênes, Italie. Plan Bleu.

CharbonneL E., boudouresque C.-F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Krukzek R., Cottalorda J.M., Bertrandy M.C., Foret P., Ragazzi M., Leccia G., Le Direac'h L., 2000. Le réseau de surveillance Posidonies de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 1999. *Région PACA/Agence de l'Eau RMC/Gis Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 06. Gis Posidonie Publ.*, Marseille, Fr. : 1-76

Creocean., 2021. Etat initial des herbiers pour le coffrage de grande plaisance de Santa Manza : 28 p.

Guide méthodologique., 1999. Région PACA/Agence de l'Eau RMC/Gis Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 06. Gis Posidonie Publ., Marseille, Fr. : 1-76.

De Falco G., Ferrari S., Cancemi G., Baroli, M., 2000. Relationship between sediment distribution and *Posidonia oceanica* seagrass. Geo-Marine Letters, 20 : 50-57.

De Falco G., Molinaroli E., Baroli M., Bellacicco S., 2003. Grain size and compositional trends of sediment from *Posidonia oceanica* meadows to beach shore, Sardinia, Western Mediterranean. Estuarine, Coastal and Shelf Science 58(2), 299-309.

Deter J., Holon F., Descamp P., 2010. Surveillance de l'herbier de posidonie, 2010. Evaluation de l'évolution de l'herbier de Posidonie entre 2000 et 2010 sur le littoral des Maures dans le cadre de l'observatoire marin du SIVOM. Rapport Final. Contrat SIVOM du littoral des Maures et Andromède Océanologie publ. : 69 p.

Fontaine Q., Marengo M., Leduc M., Lejeune P., 2019. Étude relative à la plaisance et aux mouillages en Corse : Rapport final, Année 2018/2019. Contrat O.E.C. / STARESO : 190 p.

Gacia, E., Duarte, C., 2001. Sediment retention by a Mediterranean *Posidonia oceanica* meadow: the balance between deposition and resuspension. Estuarine, Coastal and Shelf Science 52, 505-514.

Jeudy de Grissac A., Boudouresque C.F., 1985. Rôles des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers : les herbiers à Posidonia oceanica. In "Les amènagements côtiers et la gestion du littoral", Coll. pluridisciplinaire franco-japonais océanographie,H.J. Ceccaldi & G. Champalbert Eds., 1 : 143-151.

Lizaud O. et Serantoni P., 2006. SIVOM du Littoral des Maures. Suivi et entretien de l'herbier de Posidonie. Limites supérieure, inférieure et carré permanent. Rapport 2006. EOL-MER publ : 67 p.

Meinesz A. 1977. Balisage de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica en rade de Villefranche-sur-Mer (Alpes-Maritimes, France). Rapp. P. V. Réunions Commiss. internation*. Explor. Sci. Mer médit,* 24 (6) : 143-144.

Molinier R., Picard J., 1952. Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. Annales Institut océanographique Paris, 27 (3) : 157-234.

Monnier B., 2020. Quantification et dynamique spatio-temporelle des puits de carbone associés aux herbiers à Posidonia oceanica. Ecologie, Environnement. Université Pascal Paoli, Français. ffNNT : 2020CORT0016ff. fftel-03545082f.

Oberti P., Pergent G., Pergent-Martini C., Culioli J.-M., Santoni M.-C., Paoli-Leca N., Carles S., 2021. Note sur une ZMEL type expérimentale et concertée de grande plaisance dans la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio. Conseil scientifique de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio, 30 janvier : 12 p. + Annexe

OEC (Office de l'environnement de la Corse), 2021. Rapport d'activité du service Aires Protégées Marine et Littorales. 56p.

Panayotidis P., Boudouresque C.F., Marcot-Coqueugniot J., 1981. Microstructure de l'herbier de Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile. Botanica marina, 24 (3) : 115-124.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances. Mésogée, 54 : 3-27.

Pergent G., 2007. Protocole pour la mise en place d'une surveillance des herbiers de Posidonies. Programme « MedPosidonia » / CAR/ASP - Fondation d'entreprise TOTAL pour la Biodiversité et la Mer ; Mémorandum d'Accord N°21/2007/RAC/SPA/ MedPosidonia Nautilus-Okianos: 21 p.

Pergent G., Leonardini R., Mimault B., 2008. Mise en œuvre d'un Réseau de Surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse – Troisième phase : Ajaccio / Cap Corse. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte : 1 – 141.

Pergent-Martini C. et Pergent G., 2010. Proposition de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des Magnoliophytes marines en méditerranée. PNUE-PAM-CAR/ASP, Contrat N°72/2009, Tunis : 66 p.

Pergent-Martini C., Barralon E., Lehmann L., Monnier B., Pergent G., 2020. Évaluation de la sensibilité des habitats marins à la pression d'ancrage - Approche méthodologique et application au golfe de Sant'Amanza. Programme INTERREG-MARITTIMO GIREPAM, Université de Corse Pascal Paoli, Equipe Ecosystèmes Littoraux, Corte : 34p.

Pergent-Martini C., L. Lehmann B., Monnier E., Barralon G., Pergent G., 2020. Inventaire, caractérisation et conservation des puits de Carbone Bleu du littoral oriental de la Corse – Rapport Final CARBONSINK : 23 p.

Sorba V., Lietta M., Cancemi G., Buron K., Laudato M., Colonna-Cesari R., Di Meglio S., Mori A., 2018. Rapport sur la grande plaisance dans la R.N.B.B. durant l'été 2017. O.E.C. : 32p.

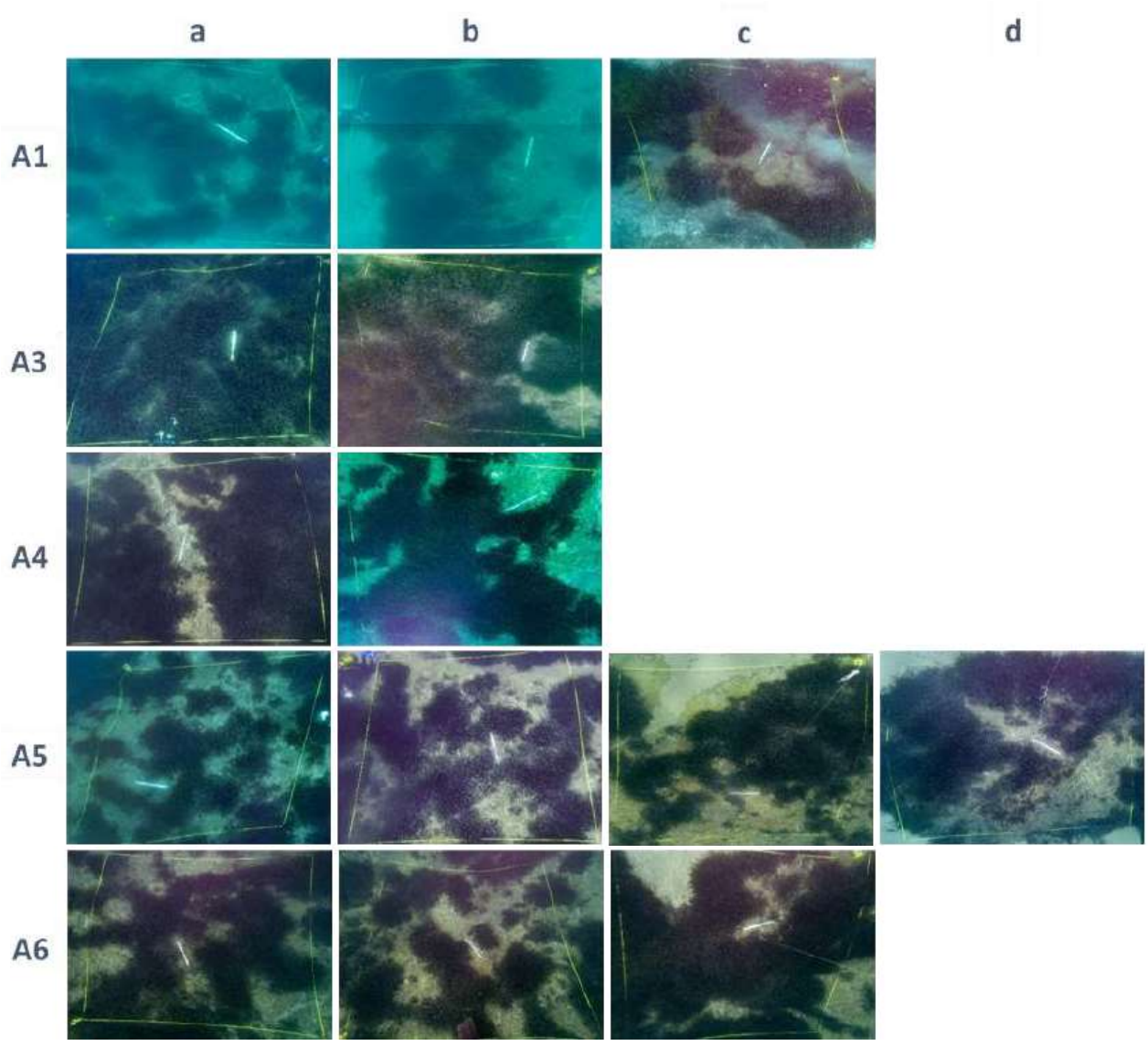
Susini S., 2015. Suivi de la fréquentation insulaire et péri-insulaire de l'île Lavezzu et quantification de la fréquentation totale de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio. Rapport de stage-Licence pro « Eau et Environnement », Universita di Corsica Pasquale Paoli, France : 41p.

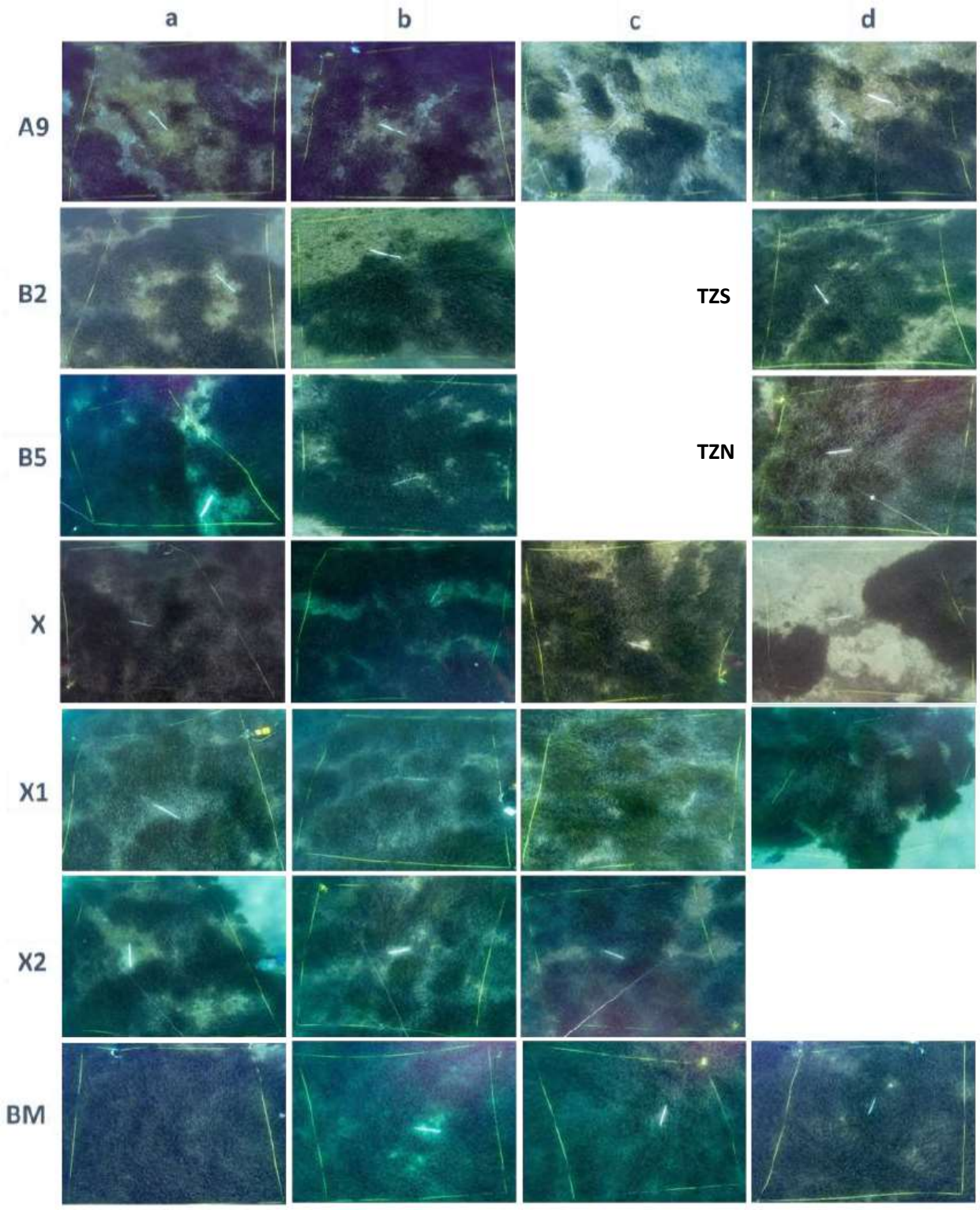
Valette-Sansevin A., Pergent G., Buron k., Damier E., Pergent-Martini C., 2019. Continuous mapping of benthic habitats along the coast of Corsica: a tool for the inventory and monitoring of blue carbon ecosystems**.** Mediterr. Mar. Sci., 20 (3) : 585-593.

Vassallo, P., Paoli, C., Rovere, A., Montefalcone M., Morri, C., Bianchi, C.N., 2013. The value of the seagrass *Posidonia oceanica*: A natural capital assessment. Marine Pollution Bulletin, 75(1) : 157-167.

ANNEXES

Annexe I : Planche photo des carrés permanents photographiés en 2021 par Creocean (2021)




a
b
c
d
A9
B2
TZS
B5
TZN
X
X1
X2
BM

Annexe II : Pourcentage de recouvrement des carrés permanents (Creocean 2021).

Carré permanent	Herbier (%)	Matte morte (%)	Sédiment (%)
A1-A	67,7	32,3	0,0
A1-B	59,6	31,6	8,8
A1-C	68,8	24,9	6,3
A3-A	100,0	0,0	0,0
A3-B	92,0	8,0	0,0
A4-A	87,3	11,7	0,9
A4-B	78,1	20,5	1,4
A5-A	67,4	32,6	0,0
A5-B	74,8	25,2	0,0
A5-C	69,8	23,7	6,5
A5-D	72,0	26,7	1,2
A6-A	75,1	24,9	0,0
A6-B	68,3	31,7	0,0
A6-C	83,5	7,3	9,2
A6-D	60,3	39,4	0,3
A7-A	72,9	21,8	5,3
A7-B	93,8	6,2	0,0
A7-C	70,4	28,2	1,3
A7-D	88,3	8,6	3,1
A8-A	72,9	27,1	0,0
A8-B	89,7	10,3	0,0
A8-C	77,6	4,9	17,5
A8-D	53,1	43,8	3,1
A9-A	58,6	40,9	0,5
A9-B	83,9	15,1	1,0
A9-C	55,3	38,2	6,5
A9-D	74,2	23,9	1,9
B2-A	82,0	18,0	0,0
B2-B	70,6	29,4	0,0
B5-A	92,1	7,7	0,3
B5-B	96,6	2,8	0,6
X-A	96,9	2,4	0,7
X-B	86,7	13,3	0,0
X-C	90,3	9,2	0,6
X-D	38,1	0,0	61,9
X1-A	98,5	1,5	0,0
X1-B	97,5	2,5	0,0
X1-C	99,9	0,1	0,0
X1-D	86,7	5,2	8,1
X2-A	84,1	15,9	0,0
X2-B	96,5	3,5	0,0
X2-C	96,0	4,0	0,0
BM-A	100,0	0,0	0,0
BM-B	98,2	1,8	0,0
BM-C	99,8	0,0	0,2
BM-D	99,9	0,0	0,1
TZN	99,8	0,2	0,0
TZS	88,2	11,8	0,0

Annexe III : Arrêté préfectoral N2A-2021-035-31-00001

Directeur Départemental des Territoires et de la Mer de la Corse-du-Sud

2A-2021-05-31-00001

31/05/2021 : M.Pascal LELARGE

Arrêté inter-préfectoral portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime le long du littoral de la commune de Bonifacio pour la mise en place de deux zones de mouillage composées de coffres d’amarrage dédiés aux navires de 24 mètres et plus et d'une bouée météorologique dans le golfe de Sant'Amanza

PRÉFET
MARITIME
DE LA MÉDITERRANÉE
Liberté
Égalité
Fraternité

PRÉFET
DE LA CORSE-
DU-SUD
Liberté
Égalité
Fraternité

Préfecture maritime de la Méditerranée
Division « Action de l'État en Mer »

Direction départementale
des territoires et de la mer
Service de la Mer et du Littoral

Arrêté inter-préfectoral n° **du** 31 MAI 2021
portant autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime le long du littoral de la commune de Bonifacio pour la mise en place de deux zones de mouillage composées de coffres d'amarrage dédiés aux navires de 24 mètres et plus et d'une bouée météorologique dans le golfe de Sant' Amanza.

Le Préfet maritime de la Méditerranée
Le Préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud

Vu la convention internationale du 20 octobre 1972 sur la sauvegarde de la vie humaine en mer dite « convention SOLAS » ;

Vu le règlement international pour prévenir les abordages à la mer ;

Vu le code général de la propriété des personnes publiques, notamment ses articles L.2122-1 à L.2122-4 et R.2122-1 à R.2122-7 ;

Vu le code général des collectivités territoriales ;

Vu le code pénal, notamment ses articles L.131-13 et R.610-5 ;

Vu le code du tourisme, notamment son article L.341-10 ;

Vu le code de l'environnement ;

Vu la loi n°86-2 du 3 janvier 1986 modifiée relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral ;

Vu la loi n°95-101 du 2 février 1995 modifiée relative au renforcement de la protection de l'environnement ;

Vu la loi 2011-1749 du 05 décembre 2011 relative au plan d'aménagement et de développement durable de la Corse (PADDUC) ;

Vu le décret du 23 septembre 1999 portant création de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio ;

Vu le décret n°84-810 du 30 août 1984 modifié, relatif à la sauvegarde de la vie humaine en mer, à la prévention de la pollution, à la sûreté et à la certification sociale des navires ;

Vu le décret n°2004-112 du 6 février 2004 modifié relatif à l'organisation de l'action de l'État en mer ;

Vu le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et les départements ;

Vu le décret n°2009-1484 du 3 décembre 2009 modifié relatif aux directions départementales interministérielles ;

Vu le décret du 24 juillet 2019 portant nomination d'officiers généraux, et notamment son article 3 portant nomination du préfet maritime de la Méditerranée – M. le vice-amiral d'escadre Laurent ISNARD ;

Vu le décret du Président de la République du 29 juillet 2020 portant nomination de M. Pascal LELARGE, préfet hors classe, en qualité de préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud ;

Vu le décret du Président de la République du 29 août 2019 nommant M. Arnaud GILLET en qualité de Sous-préfet de Sartène ;

Vu l'arrêté ministériel du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires et son règlement annexé ;

Vu l'arrêté ministériel du 19 juillet 1988 modifié relatif à la liste des espèces végétales marines protégées ;

Vu l'arrêté ministériel du 27 mars 1991 relatif au balisage et à la signalisation dans la bande littorale maritime des 300 mètres ;

Vu l'arrêté ministériel du 30 novembre 2017 portant définition du système de balisage maritime et de son référentiel nautique et technique ;

Vu l'arrêté préfectoral n°19/2018 du 14 mars 2018 modifié réglementant la navigation et la pratique de plongée sous-marine le long du littoral des côtes françaises de Méditerranée ;

Vu l'arrêté préfectoral n° 155/2016 du 24 juin 2016 réglementant le mouillage des navires dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée ;

Vu l'arrêté préfectoral n°123/2019 du 3 juin 2019 fixant le cadre général du mouillage et de l'arrêt des navires dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée ;

Vu l'arrêté préfectoral n°206/2020 du 14 octobre 2020 réglementant le mouillage et l'arrêt des navires de 24 mètres et plus au droit du département de Corse-du-Sud dans le périmètre de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio ;

Vu la délibération 15/235 AC de l'assemblée de Corse du 02 octobre 2015 portant approbation du PADDUC ;

Vu la délibération en date du 14 décembre 2020 du conseil municipal de la commune de Bonifacio qui approuve le projet de mise en place de 16 coffres de grande plaisance dans le golfe de Sant'Amanza et qui autorise le maire à rechercher des financements auprès des organismes concernés et à signer tout document nécessaire à la réalisation de ces opérations ;

Vu la demande d'autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime formulée le 08 mars 2021 par la commune de Bonifacio représentée par son maire en exercice monsieur Jean-Charles ORSUCCI ;

Vu l'avis de la directrice régionale des finances publiques de Corse et du département de Corse du Sud en date du 30 mars 2021 fixant les conditions financières de l'occupation ;

Vu l'avis favorable avec réserves du comité consultatif de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio en date du 16 avril 2021 ;

Vu l'avis favorable de la commission nautique locale en date du 13 avril 2021 ;

Vu l'avis conforme favorable du commandant de zone maritime Méditerranée en date du 27 mai 2021 ;

CONSIDÉRANT que l'action de mouiller et de s'arrêter des navires français et étrangers dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée constitue des actions relevant de la police de la navigation et de l'ordre public en mer relevant de la compétence du préfet maritime ;

CONSIDÉRANT que le mouillage s'entend comme le fait d'immobiliser le navire à l'aide d'une ancre reposant sur le fond de la mer, excluant ainsi l'amarrage sur un coffre ou une bouée, lequel constitue un arrêt de la navigation ;

CONSIDÉRANT que le mouillage ou l'arrêt est de la responsabilité du capitaine du navire ou de toute personne exerçant la responsabilité ou la conduite du navire ;

CONSIDÉRANT que l'arrêt du navire comprend également le positionnement dynamique ;

CONSIDÉRANT les obligations de la France en matière de conservation du bon état écologique des eaux, des habitats et du bon fonctionnement des écosystèmes marins ;

CONSIDÉRANT les études scientifiques communiquées au préfet maritime montrant l'aggravation de la dégradation des herbiers de posidonie liée au mouillage des navires de grande taille (au-delà de 24 mètres) ;

CONSIDÉRANT la nécessité de fixer des zones de mouillage compatibles avec la sécurité de la navigation, la sûreté de l'État et la protection des espèces protégées ;

CONSIDÉRANT que le mouillage des navires de 24 mètres et plus est interdit dans les secteurs définis par l'arrêté préfectoral n° 206/2020 du 14 octobre 2020 susvisé ;

CONSIDÉRANT que le mouillage des navires de longueur supérieure ou égale à 80 mètres est également réglementé par l'arrêté préfectoral n° 155/2016 du 24 juin 2016 susvisé ;

CONSIDÉRANT la nécessité d'organiser le stationnement des navires de grande plaisance, en vue de préserver les fonds sous-marins et d'améliorer la gestion de la fréquentation, l'organisation des usages sur le plan d'eau et l'accueil des plaisanciers dans le golfe de Sant Amanza au sein de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio sur la commune de Bonifacio ;

CONSIDÉRANT que l'organisation des mouillages des navires de plaisance sur le domaine public maritime répond à la nécessité d'assurer la sécurité de tous les usagers de la mer et est compatible avec les autres activités maritimes exercées le long du littoral ;

CONSIDÉRANT que les formalités de publicité relatives aux demandes d'occupation à vocation économique ont été dûment accomplies ;

CONSIDÉRANT que ces coffres d'amarrage pour les navires de 24 mètres et plus présentent un caractère d'intérêt public certain ;

Sur proposition du sous-préfet de Sartène,

ARRÊTENT

Article 1er – Bénéficiaire

La commune de Bonifacio, représentée par son maire, Monsieur Jean-Charles ORSUCCI, ci-après désignée par le terme « bénéficiaire », est autorisée à occuper le domaine public maritime de manière temporaire pour d'organiser en mer, dans le golfe de Sant'Amanza, deux zones de mouillage d'une capacité totale de 14 coffres d'amarrage dédiés aux navires de grande plaisance d'une longueur hors tout de 24 mètres et plus, sur une surface totale de 601 433 m², et pour implanter une bouée météorologique, suivant les conditions du présent arrêté.

Article 2 – Nature de l'autorisation

La présente autorisation est précaire et révocable, conformément aux articles L.2122-2 et L.2122-3 du code général de la propriété des personnes publiques.

Elle n'est pas constitutive de droits réels au sens des articles L.2122-6 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques.

Elle est strictement personnelle et ne peut donc pas faire l'objet d'une cession au bénéfice d'une tierce personne.

Le bénéficiaire de l'autorisation ne peut ni déléguer, ni sous-traiter la gestion des zones de mouillage. Toutefois, il peut faire appel à des prestataires pour fournir des services nécessaires à l'exploitation et à l'entretien des postes d'amarrage ainsi que toutes prestations nécessaires à la mise en place ou au relèvement des équipements des zones de mouillage.

Lorsque le bénéficiaire promeut ses activités via un site internet, il rend le présent arrêté et le plan d'implantation librement consultables par des liens directement accessibles sur la page d'accueil du site.

Pendant la durée de cette autorisation, les installations et équipements des zones de mouillage restent propriété du bénéficiaire et ne doivent pas entraîner une modification irréversible du site. Ils sont réalisés en conformité avec les dispositions réglementaires applicables, notamment celles du chapitre Ier du titre II du livre premier du code de l'urbanisme « Aménagement et protection du littoral ».

Article 3 – Durée de l'autorisation

L'autorisation est valable du 15 juin 2021 au 31 octobre 2023 dans les conditions fixées par le présent arrêté.

Cette durée inclut :
- la période de pose des équipements prévus pour que la zone de mouillage soit opérationnelle (corps-morts, lignes d'amarrage, coffres d'amarrage, bouées intermédiaires de sub-surface, bouée météorologique) ;
- la période d'exploitation ;
- la période de démontage et d'enlèvement. Seuls les dispositifs d'ancrage (corps-morts ou, ancrages vissés ou scellés) seront maintenus en place hors période d'exploitation.

La période d'exploitation est fixée annuellement selon les périodes suivantes :
- du 15 juillet 2021 au 30 septembre 2021 ;
- du 01 juin 2022 au 30 septembre 2022 ;
- du 01 juin 2023 au 30 septembre 2023.

La période de pose des équipements commence un mois avant la période d'exploitation.

La période de démontage et d'enlèvement se termine un mois après la fin de la période d'exploitation.

La présente autorisation est transitoire avant établissement d'un dispositif à long terme. Elle exclut la tacite reconduction.

Le présent arrêté entre en vigueur au 15 juin 2021.

Article 4 – Définition, périmètre de l'autorisation et description des installations

L'occupation est circonscrite aux deux (2) zones figurant sur le plan annexé, pour une surface totale de 601 433 m².

Ces zones de mouillage sont délimitées par une ligne reliant les points de coordonnées géodésiques WGS84 (en degrés et minutes décimales) et précisés ci-dessous et sur le plan en annexe II :

ZONE 1 :

superficie : 301 377 m²

Point	Longitude	Latitude
1	E 9° 13.887'	N 41° 26.244'
2	E 9° 13.518'	N 41° 26.203'
3	E 9° 13.473'	N 41° 26.235'
4	E 9° 13.471'	N 41° 26.367'
5	E 9° 13.607'	N 41° 26.535'
6	E 9° 13.851'	N 41° 26.563'

ZONE 2 :

superficie : 300 056 m²

Point	Longitude	Latitude
1	E 9° 13.932'	N 41° 26.015'
2	E 9° 14.041'	N 41° 25.626'
3	E 9° 13.795'	N 41° 25.596'
4	E 9° 13.601'	N 41° 25.979'

Aucun chenal de navigation ou de balisage n'est indiqué ou nécessaire dans cette zone.

Les zones de mouillage disposent d'une capacité de 14 coffres d'amarrage possédant des caractéristiques ne suscitant aucune confusion avec le balisage conventionnel.

L'autorisation concerne 14 postes d'amarrage constitués pour chacun d'un dispositif d'ancrage sur le fond, d'une ligne d'amarrage, d'une ou plusieurs bouées intermédiaires de sub-surface, et d'un coffre à l'évitage de couleur blanche muni de bandes réfléchissantes et numéroté et d'une bouée météorologique. Les coffres sont munis d'une signalétique qui rappelle les conditions limite d'exploitation.

Les zones sont organisées comme suit :

ZONE 1 : 7 postes

- 6 postes d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 24 à 40 mètres (coffres X, X1, X2, A1, A2, A3);
- 1 poste d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 40 à 60 mètres (coffre B2).

Les postes d'amarrage sont définis par la position de leur corps-mort en coordonnées géodésiques WGS84 (en degrés, minutes décimales) précisées ci-dessous et sur le plan en annexe II.

N° ANCRAGE	Longitude	Latitude
X	9° 13.65105' E	41° 26.49717' N
X1	9° 13.60267' E	41° 26.44017' N
X2	9° 13.53717' E	41° 26.35567' N
A1	9° 13.57111' E	41° 26.29789' N
A2	9° 13.53693' E	41° 26.24954' N
A3	9° 13.61051' E	41° 26.25452' N
B2	9° 13.68322' E	41° 26.31484' N

ZONE 2 : 7 postes

- 6 postes d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 24 à 40 mètres (coffres A4, A5, A6, A7, A8, A9) ;
- 1 poste d'amarrage pour l'accueil des navires d'une longueur hors tout de 40 à 60 mètres (coffre B5).

Les postes d'amarrage sont définis par la position de leur corps-mort en coordonnées géodésiques WGS84 (en degrés, minutes décimales) précisées ci-dessous et sur le plan en annexe II.

N° ANCRAGE	Longitude	Latitude
A4	9° 13.71002' E	41° 25.95133' N
A5	9° 13.70459' E	41° 25.87477' N
A6	9° 13.76299' E	41° 25.84592' N
A7	9° 13.74986' E	41° 25.79559' N
A8	9° 13.82683' E	41° 25.69300' N
A9	9° 13.82259' E	41° 25.64262' N
B5	9° 13.93858' E	41° 25.67000' N

Une bouée météorologique est installée aux coordonnées suivantes, à l'extérieur des deux zones de mouillage : 9° 14.26025' E / 41° 25.69256' N

Les postes d'amarrage sont disposés de manière à permettre un mouillage à l'évitage en toute sécurité. Chaque navire amarré dispose d'un cercle d'évitage de diamètre égal à trois fois sa

longueur sans chevauchement avec les cercles d'évitage associés aux autres navires amarrés au même moment. En période d'exploitation, l'affectation des postes d'amarrage qui présentent des chevauchements partiels des cercles d'évitage pour le navire maximal admissible (40 mètres de longueur hors tout) fait l'objet d'un suivi particulier par le bénéficiaire pour garantir que les cercles d'évitage des navires effectivement accueillis ne se recoupent pas. Il s'agit des quatre groupes de postes d'amarrage suivants : X2, A1 ; A1, A2, A3 ; A5, A6, A7 ; A8, A9.

Les deux (2) zones sont réservées exclusivement aux navires de passage.

Les navires habités sont autorisés sous réserve qu'ils soient dotés d'un système de rétention des eaux (eaux noires, eaux grises) conforme à la réglementation en vigueur. Aucun rejet en mer n'est admis (déchets solides ou liquides).

Chaque poste est équipé d'un coffre de surface qui est numéroté et indique la longueur hors tout maximale des navires pouvant s'y amarrer. Les coffres sont de couleur blanche conformément aux dispositions de l'annexe VI à l'arrêté ministériel du 30 novembre 2017 susvisé.

Chaque ancrage est équipé d'une ou plusieurs bouées intermédiaires de sub-surface pour éviter tout contact de la ligne de mouillage avec les fonds marins.

Le bénéficiaire devra fournir au service de l'État en charge de la gestion du domaine public maritime le plan d'exécution des travaux 10 jours avant le démarrage des travaux.

Dès l'achèvement des travaux, le bénéficiaire transmet au service de l'État en charge de la gestion du domaine public maritime un plan de recollement avec les coordonnées géodésiques précises en WGS 84 (latitude et longitude en degrés et minutes décimales avec 5 chiffres après la virgule) de tous les ancrages des postes d'amarrage autorisés par sites ainsi que pour la bouée météorologique. Une comparaison avec le plan d'exécution est faite pour chaque ancrage : les éventuelles différences de positionnement sont quantifiées (en centimètre) afin de démontrer qu'elles restent dans la tolérance annoncée par le bénéficiaire (50 centimètres).

Article 5 - Caractéristiques des postes d'amarrage

Les exigences environnementales et techniques suivantes s'appliquent aux postes d'amarrage :

- Les types d'ancrage utilisés sont choisis pour leur efficacité et leur moindre intrusivité selon la nature et la sensibilité des fonds ainsi qu'en tenant compte des considérations de résistance des dispositifs d'ancrage pour garantir la sécurité des postes d'amarrage.
- Les corps-morts sont de type éco-conçus, ils sont implantés sur substrat sableux, en évitant également la matte morte de posidonie recouverte d'une couche sableuse. Ils sont d'une forme étudiée afin d'assurer une transparence hydraulique maximale vis-à-vis des courants marins.
- Chaque dispositif est conçu pour éviter en toutes circonstances le ragage de la ligne de mouillage sur le fond.

Le bénéficiaire communiquera au service de l'État en charge du domaine public maritime les spécifications techniques des dispositifs effectivement installés pour chacun des postes d'amarrage, y compris la bouée météorologique.

Article 6 – Clauses financières et redevance domaniale

En contrepartie de l'occupation privative du domaine public ainsi que des avantages de toute nature procurés par l'utilisation du bien, l'occupant s'acquittera d'une redevance d'occupation du domaine public dont le montant a été déterminé conformément aux principes énoncés aux articles L.2125-1 et L.2125-3 du code général de la propriété des personnes publiques.

Montant de la redevance = Part fixe + Part variable
- Part fixe annuelle : **6 440 euros.**
La révision de ce montant s'effectuera chaque année en fonction de l'évolution de l'indice des prix TP02 au 1er janvier de l'année considérée.
- Part variable: **2,5 % du chiffre d'affaire annuel** réalisé par le bénéficiaire.
Le montant du chiffre d'affaire encaissé sera transmis au service des Domaines avant le 31 mars de chaque année pour la période N-1.

La redevance est payable d'avance à la caisse de la Direction Régionale des Finances Publiques de Corse et du département de la Corse-du-Sud dès signature du présent arrêté inter-préfectoral par le préfet de département.

Le bénéficiaire ne devra pas laisser écouler un terme sans l'acquitter. Les intérêts moratoires au taux prévu en matière domaniale courront de plein droit au profit de la Direction Régionale des Finances Publiques sans qu'il soit nécessaire de procéder à une mise en demeure et quelle que soit la cause du retard, le décompte se faisant de date à date et les fractions de mois étant négligées.

Sans préjudice des pénalités prévues à l'alinéa précédent, le non-paiement de cette redevance entraînera des poursuites, conformément aux dispositions du code général des impôts, et aux articles L.258 A et L.260 du Livre des procédures fiscales relatifs à l'exercice des poursuites.

Dans le cas où, pour quelque cause que ce soit, la présente autorisation est retirée, la redevance imposée au bénéficiaire cesse de courir à partir du jour de la notification de la décision de révocation, et ce dernier ne peut se pourvoir à fin de restitution de ce qu'il aurait payé en excédent.

Article 7 – Accès aux sites par des moyens de l'État

Les services de l'État en mission opérationnelle ont un accès gratuit à tous les sites de l'autorisation et à tout moment.

Les navires de l'État sont susceptibles de s'amarrer à titre gratuit, en fonction de la disponibilité des postes d'amarrage, après échange avec le bénéficiaire.

Article 8 – Pollution pyrotechnique

Le littoral méditerranéen a fait l'objet de minages défensifs et de bombardements durant la seconde guerre mondiale, les travaux d'aménagement des zones de mouillage devront prendre en compte la problématique d'une possible pollution pyrotechnique du site.

Article 9 – Zone d'intervention militaire

Les deux (2) zones définies par l'autorisation, qui ne sont habituellement pas utilisées pour des activités militaires, pourront toujours l'être par les unités de la Marine nationale en mission de protection des personnes et des biens ou de défense du territoire.

Article 10 – Exécution - Entretien - Équipement

Le bénéficiaire mettra en place un service d'aide à l'amarrage. Le règlement de police annexé précise les obligations de recours à ce service pour tous les navires.

Le bénéficiaire s'assurera de la mise en place et de l'entretien des équipements conformément aux instructions de l'autorité compétente.

Le bénéficiaire s'équipera d'un barrage anti-pollution permettant de contenir une pollution accidentelle émanant des zones de mouillage. Ce barrage devra être dimensionné de manière à être efficace compte tenu des dimensions des navires autorisés à s'amarrer.

En dehors de la période d'exploitation des zones de mouillage, la bouée météorologique et les dispositifs d'amarrage devront être retirés, excepté les ancrages au fond (corps-morts). Des dispositifs destinés à éviter les croches des apparaux de pêche seront installés sur les éléments restant en place en dehors de la période d'exploitation.

Le bénéficiaire maintiendra en bon état les installations autorisées. Le bénéficiaire veille à la sécurité et à la salubrité des lieux. Il a à sa charge la gestion des déchets générés par les usagers selon les modalités fixées par le règlement de police.

Aucun rejet de détritus, terre, décombres, ni aucun déversement de carburant, d'huile ne sera autorisé.

Le bénéficiaire tient un registre dans lequel il mentionne les contrôles périodiques et spécifiques effectués, les différents travaux d'entretien réalisés sur les installations, les investissements en renouvellement d'équipements. Il s'assure notamment que les équipements d'amarrage sont contrôlés avant leur mise en place.
Ce registre doit être consultable en mairie et à tout moment par les services concernés.

La surveillance et l'entretien des sites sont assurés par le bénéficiaire qui s'engage à mettre quotidiennement sur site une équipe d'agents disposant d'une VHF et d'une embarcation à moteur.

Le bénéficiaire prend toutes les dispositions nécessaires à sa charge pour préserver le milieu aquatique et terrestre de toutes pollutions et dégradations.

Il est responsable de tout dommage causé par la mise en place et l'exploitation des ouvrages et outillages.

Il contracte une assurance couvrant sa responsabilité civile en raison des dommages que ces installations peuvent causer au tiers.

Il n'est admis à formuler aucune réclamation au sujet de la consistance et des dispositions du terrain ainsi que des ouvrages existants qu'il est censé bien connaître. Il fait son affaire personnelle de toutes les autorisations administratives nécessaires pour l'exploitation des sites.

Article 11 – Suivi de la qualité des eaux et des sédiments

Le bénéficiaire s'assure du contrôle de la qualité de l'eau en phase travaux, avant et pendant la période d'exploitation, dans les différents sites de son autorisation.

En phase de travaux en mer, un suivi quotidien de la turbidité de l'eau est réalisé par le bénéficiaire à l'aide d'un turbidimètre selon un protocole soumis au préalable pour avis au service de l'État en charge de la police des eaux littorales et transmis au gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio et au service de l'État en charge du domaine public maritime. Ce protocole mesurera la qualité des eaux à proximité et dans la zone de travaux pour rendre compte de l'évolution de la teneur en matière en suspension dans l'eau, en particulier lors de la mise en place des corps-morts et des équipements.

Une mesure de référence sera effectuée préalablement au démarrage des travaux. Des mesures complémentaires quotidiennes seront ensuite effectuées à intervalle régulier pendant les opérations : le tableau de relevé des mesures sera transmis au fil de l'eau au service de l'État en charge de la police des eaux littorales et au gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio.

En cas de constat de turbidité (dépassement d'un seuil de diminution de la transparence de l'eau fixé à 30%), les travaux seront immédiatement suspendus. Le service de l'État en charge de la police des eaux littorales, le service de l'État en charge du domaine public maritime et le gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio seront immédiatement avisés de la situation et de son évolution. Si le rideau anti-turbidité s'avérait insuffisant pour éviter tout impact sur la qualité de l'eau, les travaux seraient arrêtés le temps de trouver une solution viable.

Pour le suivi général des zones de mouillage, le bénéficiaire fait procéder par un service spécialisé à la prise régulière d'échantillons d'eau et de sédiments. Les prélèvements se feront dans chaque zone de mouillage. Les points de prélèvement seront proposés par le bénéficiaire et devront être validés par les services de l'État en charge de la police des eaux littorales.
Le nombre et la fréquence de ces prélèvements, selon leur type, sont précisés ci-dessous :

- Eaux marines :

• nombre par saison : 7 prélèvements sur chaque zone de mouillage soit 14 au total.

• fréquence :

- avant la période d'exploitation, un prélèvement afin d'établir « l'état zéro » de la qualité de l'eau ;

- pendant la période d'exploitation, un prélèvement mi-juin, excepté la première année, puis mi-juillet, fin juillet, mi-août, fin août et mi-septembre.

- Sédiments :

• nombre sur la durée de l'autorisation : 2 prélèvements sur chaque zone de mouillage soit 4 au total.

• fréquence : début et fin de l'autorisation.

Le 1er prélèvement devra intervenir dans le mois qui suit la notification du présent arrêté au bénéficiaire.

Les paramètres recherchés sont ceux de la réglementation en vigueur faisant l'objet de l'annexe III ainsi que ceux préconisés par le service de l'État en charge de la police des eaux littorales :

- Eaux marines : température, salinité, turbidité, oxygène dissous, ammonium, nitrate, orthophosphate, Eschérichia coli, entérocoques (paramètres bactériologiques selon l'annexe III), indice d'hydrocarbure.
- Sédiments : paramètres visés aux tableaux II, III, III bis et III ter de l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement dont la liste est détaillée en annexe III.

Les rapports d'analyses du laboratoire agréé par le comité français d'accréditation (COFRAC) pour les matrices eaux marines et sédiments marins, avec les commentaires du bénéficiaire, doivent être transmis au service de l'État en charge de la police des eaux littorales. Une copie sera adressée au service en charge de la gestion du domaine public maritime.

Si ces analyses démontrent une dégradation de la qualité des eaux et du milieu, d'autres contrôles peuvent être effectués par le service de l'État en charge de la police des eaux littorales. Les prélèvements et les analyses seront à la charge du bénéficiaire de l'autorisation.

De même, en cas de dégradation avérée de la qualité des eaux et du milieu, des prélèvements peuvent s'opérer en des points et à une fréquence supplémentaire à la demande de l'administration et à la charge du bénéficiaire.

Toutes les mesures correctives nécessaires pourront également être imposées par l'administration si la dégradation avérée de la qualité des eaux ou du milieu résulte de l'occupation autorisée.

Article 12 – Suivi des herbiers de posidonie et de la cymodocées

La réserve naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB) a émis un avis favorable sur les zones de mouillage assorties de réserves sur la prise en compte des biocénoses marines. Ces informations alimenteront notamment les rapports d'activités exigés à l'article 18.

Le protocole de caractérisation de l'état initial de la nature (avant et après la pose de chaque ancrage) et du suivi scientifique devra être le suivant :

L'ensemble des points d'ancrage retenus fait l'objet d'un état initial au printemps pour confirmer l'absence de cymodocées avant la pose des corps-morts. Un état initial des herbiers de posidonie est réalisé au printemps préalablement aux travaux conformément aux prescriptions de la RNBB. La position choisie pour ancrer la bouée météorologique fait aussi l'objet d'un inventaire des biocénoses marines au printemps. Ces inventaires sont transmis au service de l'État en charge de la police de l'eau littorale et au service de l'État en charge des espèces marines protégées avant le démarrage des travaux.

Conformément aux demandes formulées par la RNBB, les suivis spécifiques suivants sont réalisés sous la responsabilité du bénéficiaire :
1) Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe de 10 mètres à moins de 20 mètres de distance des herbiers (X, X1, A4, A5, A6, A7, A9, B5), un état initial et un suivi

scientifique renforcé sont à réaliser avec une micro-cartographie annuelle selon les préconisations suivantes :
- Sur un diamètre de 50 mètres à partir de la limite extérieure des corps-morts : mise en place de 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions autour de chaque corps-mort, plus une station de référence éloignée des corps-morts pour chaque zone de mouillage.
- mise en place d'un balisage sous-marin (de type borne de repérage) des limites de l'herbier autour des ancrages.
- réalisation d'un suivi scientifique à la fin de chaque période d'exploitation, et durant toute la durée de l'autorisation fixée par le présent arrêté, des paramètres suivants : densité, recouvrement réalisé toujours à la même période en début de printemps, pourcentage de rhizomes plagiotropes, déchaussement, ensablement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique.
- réalisation d'une micro cartographie annuelle et vérification deux fois par an du balisage, évolution de la granulométrie, matière organique.

2) Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe à plus de 20 mètres de distance des herbiers (X2, A1, A3, A8, B2 et A2) : un suivi scientifique régulier est requis selon les préconisations suivantes :
- Sur un diamètre de 50 mètres à partir de la limite extérieure des corps-morts : mise en place de 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions autour de chaque corps-mort, plus une station de référence éloignée des corps-morts pour chaque zone de mouillage.
- Un balisage des limites de l'herbier autour des ancrages.
- Réalisation d'un suivi scientifique annuel, à la fin de chaque période d'exploitation, et durant toute la durée de l'autorisation fixée au présent arrêté, des paramètres suivants : densité, recouvrement réalisé toujours à la même période en début de printemps, pourcentage de rhizomes plagiotropes, déchaussement, ensablement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique.

3) Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe à 50 mètres ou plus des herbiers (A2), un suivi général de l'évolution de l'herbier de posidonie dans les environs du corps mort est réalisé.

Le protocole de suivi environnemental du bénéficiaire est transmis pour validation au service de l'État compétent en matière d'espèces protégées marines et transmis au service de l'État en charge du domaine public maritime. Il est également transmis au gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio.

Article 13 – Mesures particulières d'évitement et de réduction des impacts environnementaux

En cas de présence avérée de cymodocées détectées lors de l'état initial réalisé au printemps 2021 à l'endroit prévu pour la pose d'un corps-mort, le poste d'amarrage concerné n'est pas installé à l'endroit prévu sans avoir préalablement obtenu une dérogation à l'interdiction de destruction d'une espèce protégée marine. De même, la position de la bouée météorologique tient compte de l'éventuelle présence d'espèces protégées marines à l'emplacement prévu pour son implantation.

Les caractéristiques des ancrages au fond pour maîtriser les impacts environnementaux sont précisées à l'article 6. Les positions des corps-morts sont respectées avec une précision d'implantation de 50 centimètres (précision donnée par le bénéficiaire) lors de la pose afin de garantir les distances annoncées par le bénéficiaire dans son dossier entre les limites

extérieures des corps-morts au fond et l'herbier de posidonie. L'entreprise de travaux maritimes mobilise un ponton flottant équipé d'une grue, et des plongeurs scaphandriers professionnels.

Si les engins de travaux maritimes mobilisés pour mettre en place (ou retirer) les corps morts et les équipements d'amarrage sont susceptibles d'impacter une espèce protégée marine, notamment lors d'un positionnement stationnaire au moyen d'ancres ou de pieux, une dérogation à l'interdiction de destruction d'une espèce protégée marine doit préalablement être obtenue par le titulaire.

Pour faciliter le positionnement des engins de travaux maritimes, le recours à des corps-morts temporaires localisés dans des taches de sable, hors herbier de posidonie et cymodocées, est possible uniquement le temps de la mise en place des corps-morts et des équipements en mer.

Les précautions suivantes sont prises :
- Les éléments du corps-mort en béton sont préfabriqués sur un site de travail adapté à terre ;
- Tous les matériels devant être immergés sont préalablement lavés en atelier ou sur un site adapté à terre ;
- Le chantier à terre fait l'objet d'un entretien et d'un nettoyage régulier pour éviter tout entraînement de matériaux par les eaux de ruissellement ;
- Des précautions sont prises sur le quai d'embarquement des matériels pour éviter toute chute de matériaux vers le milieu marin ;
- Aucune opération de coulage de béton n'est effectuée dans le milieu marin.

Le développement de panaches turbides sera évité par la mise en œuvre d'un écran anti matière en suspension autour de la zone de travaux en mer et ce avant que les travaux aient démarré. Un suivi spécifique de la qualité des eaux en phase de travaux sera réalisé conformément à l'article 12.

La colonisation par la faune et la flore au droit des ouvrages éco-conçus fait l'objet d'un suivi à 1 an puis 3 ans de l'immersion.

Article 14 - Retrait des postes d'amarrage en cas d'impact avéré et significatif sur l'herbier de posidonie

En cas d'impact significatif et avéré sur les herbiers de posidonie à l'issue de la période d'exploitation, les postes d'amarrage concernés seront retirés, y compris le système d'ancrage sur le fond.

Un comité de suivi présidé par le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, est mis en place pour assurer le suivi des impacts du projet sur les herbiers de posidonie et décider, le cas échéant, sous l'autorité du préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, de retirer les équipements à l'origine d'impact significatif et avéré sur les herbiers de posidonie.

Le bénéficiaire transmet au service de l'État en charge du domaine public maritime et au service de l'État en charge des espèces protégées marines les résultats des suivis de l'herbier de posidonie définis à l'article 13 au plus tard 2 mois après les campagnes de relevés en mer.

Le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, définit la composition et le mandat du comité de suivi.

extérieures des corps-morts au fond et l'herbier de posidonie. L'entreprise de travaux maritimes mobilise un ponton flottant équipé d'une grue, et des plongeurs scaphandriers professionnels.

Si les engins de travaux maritimes mobilisés pour mettre en place (ou retirer) les corps morts et les équipements d'amarrage sont susceptibles d'impacter une espèce protégée marine, notamment lors d'un positionnement stationnaire au moyen d'ancres ou de pieux, une dérogation à l'interdiction de destruction d'une espèce protégée marine doit préalablement être obtenue par le titulaire.

Pour faciliter le positionnement des engins de travaux maritimes, le recours à des corps-morts temporaires localisés dans des taches de sable, hors herbier de posidonie et cymodocées, est possible uniquement le temps de la mise en place des corps-morts et des équipements en mer.

Les précautions suivantes sont prises :
- Les éléments du corps-mort en béton sont préfabriqués sur un site de travail adapté à terre ;
- Tous les matériels devant être immergés sont préalablement lavés en atelier ou sur un site adapté à terre ;
- Le chantier à terre fait l'objet d'un entretien et d'un nettoyage régulier pour éviter tout entraînement de matériaux par les eaux de ruissellement ;
- Des précautions sont prises sur le quai d'embarquement des matériels pour éviter toute chute de matériaux vers le milieu marin ;
- Aucune opération de coulage de béton n'est effectuée dans le milieu marin.

Le développement de panaches turbides sera évité par la mise en œuvre d'un écran anti matière en suspension autour de la zone de travaux en mer et ce avant que les travaux aient démarré. Un suivi spécifique de la qualité des eaux en phase de travaux sera réalisé conformément à l'article 12.

La colonisation par la faune et la flore au droit des ouvrages éco-conçus fait l'objet d'un suivi à 1 an puis 3 ans de l'immersion.

Article 14 - Retrait des postes d'amarrage en cas d'impact avéré et significatif sur l'herbier de posidonie

En cas d'impact significatif et avéré sur les herbiers de posidonie à l'issue de la période d'exploitation, les postes d'amarrage concernés seront retirés, y compris le système d'ancrage sur le fond.

Un comité de suivi présidé par le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, est mis en place pour assurer le suivi des impacts du projet sur les herbiers de posidonie et décider, le cas échéant, sous l'autorité du préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, de retirer les équipements à l'origine d'impact significatif et avéré sur les herbiers de posidonie.

Le bénéficiaire transmet au service de l'État en charge du domaine public maritime et au service de l'État en charge des espèces protégées marines les résultats des suivis de l'herbier de posidonie définis à l'article 13 au plus tard 2 mois après les campagnes de relevés en mer.

Le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, définit la composition et le mandat du comité de suivi.

Article 15 – Lutte contre les pollutions aux hydrocarbures

Le bénéficiaire dispose de moyens pour absorber les hydrocarbures qui peuvent être mis en œuvre au contact ou autour d'un navire à flot.

Ces moyens sont dimensionnés de manière à être efficaces compte tenu des dimensions des navires pouvant être amarrés sur les équipements des sites.

A minima, ces moyens d'intervention permettant de lutter contre les déversements accidentels d'hydrocarbures, prêt à l'emploi, facile à transporter, seront composés de :

- feuilles absorbantes pour hydrocarbures ;
- feuilles d'essuyages technique ;
- boudins absorbants permettant de ceinturer un bateau amarré ;
- sacs de récupérations et paires de gants.

Ils sont entreposés, de façon à être rapidement et aisément mis en œuvre par le bénéficiaire, en un lieu porté à la connaissance du bénéficiaire, du préfet maritime, et du préfet de département.

Tous les personnels du bénéficiaire sont formés à la mise en œuvre de ces matériels.

Article 16 – Lutte contre l'incendie

Le bénéficiaire est responsable de la lutte contre l'incendie sur les embarcations au mouillage et les équipements des zones de mouillage.

Le titulaire définit un dispositif de lutte contre l'incendie dont il communiquera la teneur exacte au service de l'État en charge du domaine public maritime, au service départemental d'incendie et de secours de la Corse-du-Sud, à la société nationale de sauvetage en mer (SNSM) et au CROSS Méditerranée dans le mois qui suit la notification du présent arrêté.

Article 17 – Veille météorologique

Le bénéficiaire est responsable de la veille météorologique et de la diffusion des informations aux usagers.

Sur ordre du bénéficiaire, les usagers, de toutes catégories de navires, devront quitter le mouillage.

Les navires seront dans l'obligation de se détacher des postes d'amarrage, la sécurité des usagers ne pouvant plus être assurée.

Article 18 – Rapport d'activités et suivi de l'expérimentation

Chaque année, 2 mois maximum après la fin de la période d'exploitation, le bénéficiaire transmet au service de l'État en charge du domaine public maritime :

- un rapport d'activités comprenant notamment le taux de fréquentation de la zone, la durée moyenne du séjour, le type des navires accueillis et la tarification en vigueur.

Le taux de fréquentation doit être détaillé conformément à la répartition des postes de mouillage définie à l'article 4.

- un rapport environnemental et paysager intégrant les éléments de préservation des écosystèmes marins, le suivi et l'évolution du peuplement des herbiers de posidonie dont une analyse fine de l'évolution des herbiers de posidonie situés à proximité des équipements d'amarrage conformément à l'article 12, la qualité des eaux et des sédiments, une analyse du paysage en phase d'exploitation à l'appui de photographies et de croquis, la fréquentation générale de la zone par les navires de plaisance. Les données environnementales d'inventaire sont également remises sous format SIG (WGS84).

Ce rapport tirera un bilan environnemental et paysager exhaustif de chaque saison d'exploitation de ces dispositifs d'amarrage dont la mise en œuvre est nouvelle dans le périmètre de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio. Les analyses seront détaillées sur chacun des points d'amarrage s'agissant de l'évolution des herbiers de posidonie, le rapport doit statuer sur les impacts éventuellement observés sur les herbiers de posidonie.

Un résumé accompagnera ce rapport détaillé.

- Un rapport d'entretien reprenant les éléments figurant sur le registre mentionné à l'article 10 et détaillant les conséquences des événements météorologiques sur les équipements afin d'en tirer les conséquences éventuelles.

Article 19 – Règlement de police – Consignes d'utilisation

Conformément aux articles L.341-13 et R.341-4 du code du tourisme, le bénéficiaire de l'autorisation est chargé de l'application du règlement de police annexé au présent arrêté (annexe I).

Ce règlement définit les chenaux d'accès et les règles de navigation dans ces chenaux et au voisinage de la zone, les mesures à prendre pour le balisage de la zone de mouillages, les prescriptions relatives à la conservation du domaine, la sécurité des personnes et des biens, la prévention et la lutte contre les accidents et les incendies et contre les pollutions de toute nature.

Le bénéficiaire portera le règlement de police, ainsi que les tarifs en vigueur, à la connaissance des usagers et du public par voie d'affichage apposée à proximité des zones de mouillage et à des emplacements agréés par le service de l'État gestionnaire du domaine public maritime chargé du contrôle de l'exécution du présent arrêté. Ce règlement sera imprimé aux frais du bénéficiaire qui devra en remettre un exemplaire à chaque usager. Ces informations sont consultables sur le site internet du bénéficiaire et également accessibles au moins en version anglaise et italienne.

Les capitaines des navires prenant un poste d'amarrage seront sensibilisés par le bénéficiaire sur la nécessité de consulter et de respecter le règlement de police.

Dans un délai d'un mois au plus tard, après la notification du présent arrêté, le bénéficiaire adresse au service de l'État en charge du domaine public maritime les consignes précisant à l'égard des usagers les conditions d'utilisation des ouvrages, outillages, installations et services (ainsi que les tarifs définis) les règles prises pour la lutte contre l'incendie ainsi que les mesures relatives à la conservation et à la propreté du plan d'eau et à la protection des navires et bateaux.

Le bénéficiaire de l'autorisation met en œuvre les moyens humains et matériels nécessaires pour faire respecter les dispositions du règlement de police et notamment l'interdiction de mouillage sur ancre.

Le bénéficiaire informe préalablement le service de l'État en charge du domaine public maritime de toute modification apportée aux consignes dans un délai d'un mois.

L'autorisation ne fait pas obstacle à l'adoption par l'autorité compétente de toute mesure relative à la police de la conservation et de l'utilisation du domaine public, à la police de la navigation, à la police des eaux et de la pêche et aux règles de sécurité.

Article 20 – Modification ou résiliation de l'arrêté

L'autorisation sera résiliée de plein droit, sans indemnité, s'il n'en a pas été fait usage dans un délai d'un an à compter de sa notification.

Étant délivrée à titre précaire et révocable, l'autorisation peut être modifiée ou retirée, en tout ou partie, avant l'expiration du terme fixé pour des motifs d'intérêt général ou dans l'intérêt du domaine occupé.

Le bénéficiaire entendu, elle pourra également être retirée sans indemnité, et sans préjudice s'il y a lieu de poursuites pour contravention de grande voirie, pour inexécution des obligations fixées par les dispositions du code général de la propriété des personnes publiques, articles R.2124-39 et suivants, par celles des articles D.341-2, R.341-4 et R.341-5 du code du tourisme et par celles du présent arrêté.

Le bénéficiaire est tenu de remettre les lieux dans leur état initial sur la simple notification de la décision prononçant la résiliation de l'autorisation en se conformant aux dispositions de celle-ci.

La résiliation est notifiée par lettre recommandée avec demande d'avis de réception.

Article 21 – Suppression des ouvrages

Les équipements et installations, y compris les structures d'ancrage au fond (corps-morts, ancrage à vis ou autres systèmes), établis par le bénéficiaire de l'autorisation sur les zones de mouillages doivent être retirés à la fin de l'autorisation et les lieux remis en l'état, sauf notification contraire du service de l'État en charge de la gestion du domaine public maritime.

Ces opérations sont effectuées aux frais du bénéficiaire.
Celui-ci en informe le préfet au moins deux mois avant le début des travaux.

Si le préfet notifie au bénéficiaire de l'autorisation qu'il exige le maintien de tout ou partie des équipements et installations, auquel cas l'État se trouve, à compter de cette notification, subrogé dans tous les droits du bénéficiaire sur ces équipements et installations qui doivent lui être remis en l'état sans qu'il y ait lieu à indemnité à ce titre ni à passation d'un acte.

En cas de non-exécution des travaux de remise en état, il peut y être pourvu d'office aux frais du bénéficiaire de l'autorisation, après mise en demeure restée sans effet dans le délai qu'elle a fixé.

Le bénéficiaire de l'autorisation demeure responsable des ouvrages et installations jusqu'à leur retrait complet ou leur remise à l'administration.

Article 22 – Exécution et publicité

Le préfet de la Corse-du-Sud, le sous-préfet de Sartène, le directeur départemental des territoires et de la mer, le délégué mer et littoral de la Corse-du-Sud sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de la Corse-du-Sud et de la préfecture Maritime de la Méditerranée.

Il sera notifié au bénéficiaire par les soins du directeur départemental des territoires et de la mer de la Corse-du-Sud.

Article 23 - Voies et délais de recours

Conformément aux dispositions des articles R.421-1 à R.421-5 du code de justice administrative, le présent arrêté peut faire l'objet d'un recours contentieux devant le tribunal administratif de Bastia dans le délai de deux mois à compter de sa notification ou de sa publication.

Le tribunal administratif peut être saisi par l'application « Télérecours citoyens » accessible par le site www.telerecours.fr

Fait à Toulon, le 03 JUIN 2021

Le préfet maritime
de la Méditerranée,

Le vice-amiral d'escadre Laurent ISNARD

Fait à Ajaccio, le 31 MAI 2021

Le préfet de Corse,
préfet de la Corse-du-Sud ,

Pascal LELARGE

Annexe IV : Avis du Conseil scientifique de la R.N.B.B. du 15/04/2021

Annexe V : Rapport STARESO, 2022 (Etude de la compacité de matte, de la matière organique et de la Granulométrie).

Annexe VI : Rapport Creocean, 2021 (Etat initial des herbiers pour le coffrage de grande plaisance de Sant'Amanza)

Sommaire

Introduction....1
1. Contexte de cette note....1
2. Cartographie du projet et cartographie scientifique....2
3. Un projet lacunaire sur la dimension écologique....4
4. Une sous-estimation de l'impact paysager potentiel de la plaisance....6
5. Un modèle socio-économique perfectible....6
6. L'avis scientifique sur la demande d'AOT et le projet....6

*****

Introduction

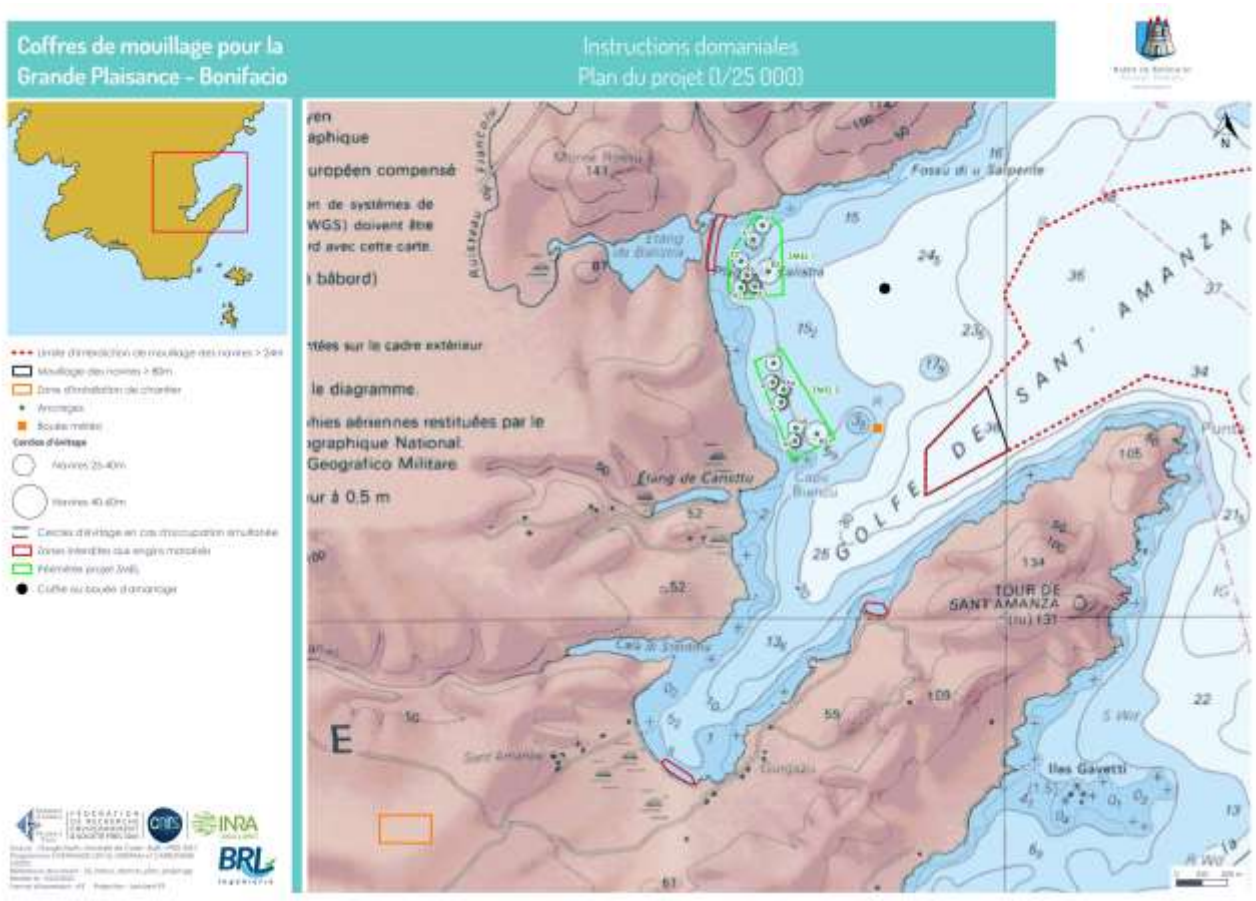
Le projet de création de coffres de mouillage pour la grande plaisance, porté par la commune de Bonifacio, et la demande d'autorisation temporaire (AOT) associée, sont étudiés dans cette note scientifique. Compte tenu de l'importance de travaux prévus, le gestionnaire de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB) considère que ledit projet est susceptible d'avoir un impact significatif sur le patrimoine naturel de l'aire marine protégée. Le présent document livre un argumentaire pour arrêter un avis scientifique, préalablement à celui du comité consultatif de la RNBB.

1. Contexte de cette note

Une première note scientifique (Oberti et al., 2021) avait été transmise et présentée au comité de pilotage (COPIL) avant que le projet ne soit déposé. Elle a explicité les points suivants : - Le type de ZMEL expérimentale et concertée attendu, inscrit dans l'arborescence enjeux-opérations du plan de gestion 2021-2030 de la RNBB validée par son conseil scientifique et présentée au comité consultatif - L'évaluation des pertes d'herbier de Posidonie liées à la plaisance dans le golfe de Santa Manza - L'analyse de l'avant-projet de ZMEL porté par la commune. **Malgré les recommandations et alertes scientifiques, la réalisation précipitée de l'actuel projet lié à la demande d'AOT est bien en deçà de ces premières** : la connaissance de l'état écologique initial du site est lacunaire, les impacts négatifs potentiels sur la nature protégée sont insuffisamment considérés, alors qu'un évitement géographique plus grand de la Posidonie est possible comme démontré dans cette note scientifique par la production d'une carte de localisation scientifique des ancrages. Plus largement, l'impact paysager de la plaisance dans le golfe de Santa Manza est sous-estimé et le coût public du projet est considérable. L'argumentaire est développé dans ce qui suit.

2. Cartographie du projet et cartographie scientifique

A la demande des services de l'Etat, une seconde version du projet a été officiellement déposée par la commune de Bonifacio pour tenter de mieux répondre aux attentes environnementales, écologique et paysagère. L'actuelle demande comporte **2 ZMEL** dans le golfe de Santa Manza à Balistra, totalisant une superficie de **42,4 hectares**, **14 corps-morts en béton** pour 2 classes de longueurs des navires (plus de 24 mètres à 40 mètres, et plus de 40 mètres à 60 mètres), plus une bouée météorologique.

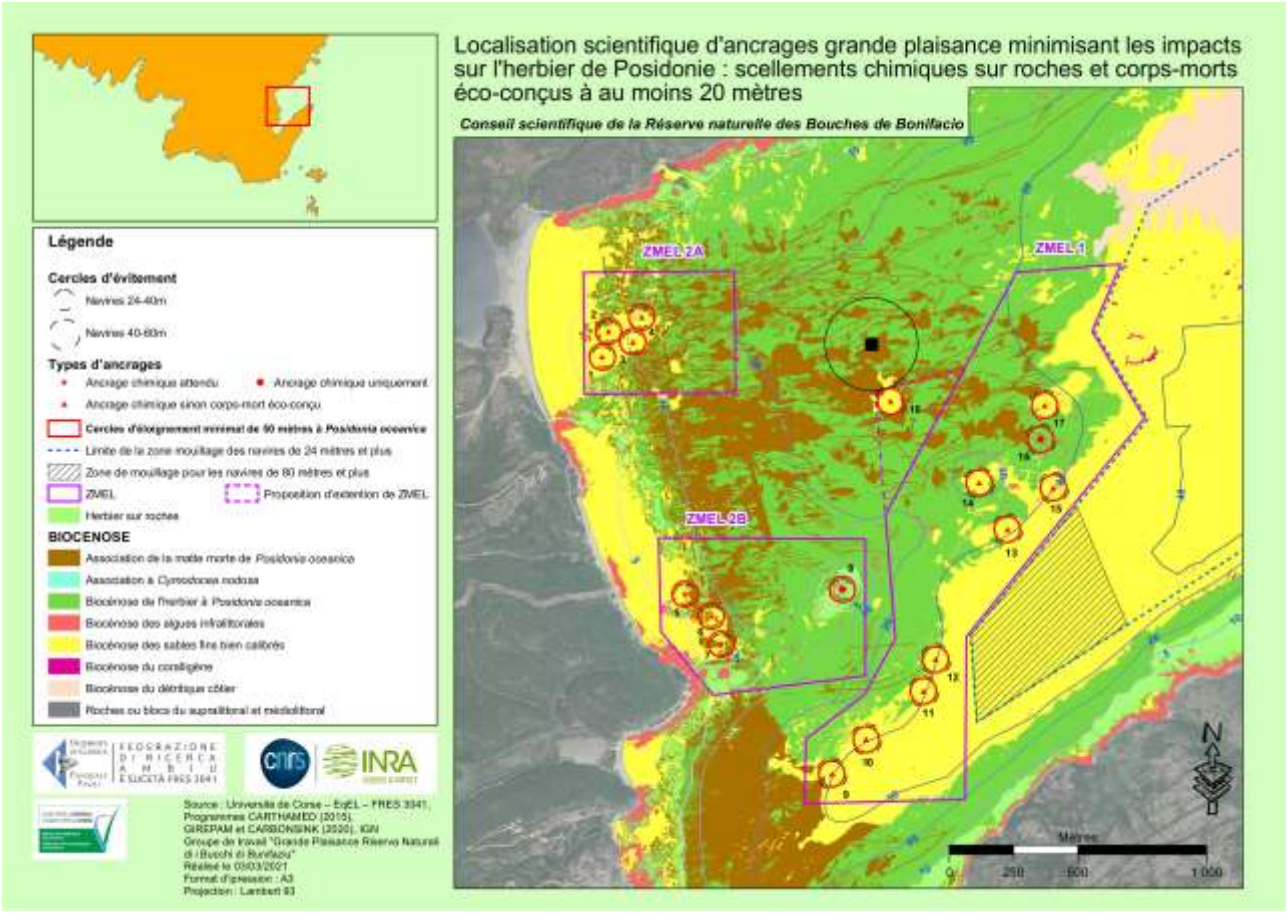


Plan de mouillage du projet de ZMEL Grande plaisance porté par la commune de Bonifacio

Nous soulignons dans le tableau qui suit, des statistiques de **distance des corps-morts à l'herbier de Posidonie**, **dont le plus proche est à 10 mètres** (point A6 en ZMEL2).

Distance minimale des corps-morts à l'herbier (m)	
Médiane	**17,5**
Min	10
Max	75,5

La distance médiane (moins théorique de la moyenne arithmétique) est de 17,5 mètres, cependant **un évitement géographique plus grand, moins impactant potentiellement pour les herbiers**, **est possible** comme le montre la proposition suivante de localisation des ancrages élaborée par le conseil scientifique de la RNBB ; avec plus de points d'ailleurs.



Plan de mouillage de moindre impact écologique potentiel - Conseil scientifique de la RNBB

Type d'ancrage	Nombre	Part
Ancrage chimique sinon corps-mort Eco-conçu	13	72,22%
Ancrage chimique attendu	3	16,67%
Ancrage chimique uniquement	2	11,11%
Total	**18**	**100%**

Distance minimale des corps-morts à l'herbier (m)	
Médiane	**38**
Min	**20**
Max	58

Ainsi, **cette alternative scientifique accroit l'évitement géographique médian de 20,5 mètres**, grâce à une **distance centrale de 38 mètres aux herbiers de Posidonie**, même avec 4 ancrages en plus. Aussi, **le plus proche corps-mort serait distant de 20 mètres, soit le double de ce le projet permettrait**. De surcroit, **deux ancrages par scellement chimique sur roches** sont localisés, outrepassant la solution 100% béton.

3. Un projet lacunaire sur la dimension écologique

L'aspect écologique est peu ou mal prise en compte dans le projet, en raison des points suivants.

- **La nouvelle cartographie du projet est dénuée du fond biocénoses**.

- **L'état initial de la nature est contesté (Posidonies, Cymodocés, Hydrodynamisme)**.

  Concernant l'herbier à *Posidonia oceanica*, de manière très réductrice, **la vitalité n'est évaluée que par la densité** et **le protocole de mesure n'est pas adapté** (taille du quadrat et positionnement par rapport à l'herbier, nombre de réplicats, échelle d'évaluation, variabilité, etc.). Au niveau de la plage de Balistra, les **valeurs de densité mesurées ponctuellement sont bien inférieures à celles relevées régulièrement par les scientifiques** : entre 469 et 381 faisceaux par m^2 (entre -10 et -15m), contre seulement 90 à 200 faisceaux par m^2 d'après le projet. La **connaissance de l'état écologique initial du site est insuffisante avant de pouvoir commencer des travaux**.

- L'espèce ***Cymodocea nodosa*, strictement protégée également**, **est absente de l'état initial**, alors qu'indiquée dans la légende des cartes fournies gracieusement par l'université de Corse. Généralement, elle apparaît au printemps (mars-avril) puis disparait en automne (octobre-novembre) : son extension réelle ne peut donc être observée que durant la saison estivale. L'absence logique d'observation en février-mars **ne permet pas de savoir si la pose des corps-morts pourrait avoir des conséquences sur cette espèce**.

- **Une distance minimale de 10 mètres entre le corps-mort et la Posidonie sans étude de l'hydrodynamisme du site d'accueil**. Le guide RAMOGE précise cependant "Il est probable toutefois que, lorsque les enrochements sont exposés à un hydrodynamisme intense, ce dernier puisse éroder l'herbier." (Boudouresque et al., 2005, p. 79). Des corps-morts induisent des modifications par **courants circulaires** autour de ces structures pouvant provoquer un **ensablement** des herbiers ou une **érosion** en fonction de la distance et de l'hydrodynamisme. Ce dernier peut également agrandir les sillons d'ancrage de la plaisance dans la Posidonie constatés à Santa Manza, où les dégradations sont graves
  - **73 ha ont été détruits** (présence de traces anthropiques), dont **8,2 ha** au droit de la plage de **Balistra entre 2019 et 2020** (Pergent-Martini et al., 2020a) soit **-15,9%**.
  - **Destruction de plus de 280 millions d'individus (faisceaux)**.
  - **Perte annuelle moyenne de 174 tonnes et 40 tonnes de carbone** pour la fixation et séquestration, dans un contexte de changement climatique.
  - **La perte en services écosystémiques est évaluée entre 730 000 et 4 015 000 € par an** (Oberti et al., 2021).

- **La surface des deux ZMEL devrait être augmentée, pour une plus grande protection des herbiers protégés**, en y interdisant le mouillage à l'ancre des bateaux de la petite plaisance.

- **Un rare évitement géographique de l'impact potentiel du corps-mort sur l'herbier de Posidonie**. Au sens du **Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel** (CSRPN) de Corse, une distance d'au moins **50 mètres** est préconisée, pour tenter d'éviter les incidences négatives sur cet habitat et espèce protégé. Comme tous les végétaux la Posidonie a besoin de lumière pour assurer sa croissance à travers la photosynthèse. Les expériences scientifiques (Ruiz et Romero, 2001) montrent qu'une **diminution de l'irradiance** pendant 3 à 4 mois, en saison estivale, pouvait avoir des

conséquences très négatives sur la densité, la croissance foliaire et les réserves en carbohydrates. *Posidonia oceanica* présente les besoins en lumière les plus élevés des magnoliophytes de Méditerranée (Erttemeijer et Robin Lewis, 2006). La **réduction de la lumière** est identifiée comme l'une des **causes majeures de régression des herbiers** (Shepherd et al., 1989 ; Green and Short, 2003). **L'ombre des navires de grande plaisance est donc problématique**. Le projet actualisé de ZMEL (BRLi, 2021) ne présente qu'un seul corps-mort (ancrage n°A2) sur quatorze pouvant éviter l'impact négatif au sens du CSRPN de Corse.

- **L'absence de protocole de suivi des impacts potentiels des corps-morts et de l'ombrage des navires sur les herbiers**.

- **Uniquement du béton sur les fonds marins de la réserve naturelle**. Pourtant, comme expliqué en COPIL et dans la note scientifique du 30/01/2021, d'autres alternatives d'ancrage des navires sont écologiquement préférables et utilisables pour un mix technologique, tel le **scellement chimique** sur roches grâce à la présence de roches dans le golfe de Santa Manza.

- **L'absence d'enlèvement des corps-morts déjà présents in situ**, pour éviter un cumul croissant d'ancrage de ce type dans cet espace protégé.

- **Une écoconception des corps-morts toujours pas étudiée de manière approfondie**. Pourtant des publications relativement récentes sont accessibles (Souche et al., 2019) (Salgues et al., 2020). Deux illustrations sont ici fournies.

Exemples de corps-morts éco-conçus (Photo : G. Pergent).

- **Un dimensionnement des corps-morts à préciser**, la hauteur étant inconnue dans le projet, ce qui doit être pris en compte vis-à-vis de l'impact de l'hydrodynamisme sur les herbiers.

4. Une sous-estimation de l'impact paysager potentiel de la plaisance

L'étude paysagère et sa synthèse à l'échelle du golfe de Santa Manza limite l'impact visuel potentiel de la grande plaisance au seul projet de ZMEL.

Ne sont pas pris en compte les navires d'une longueur de 80 mètres et plus qui jetteront les ancres dans la zone autorisée par l'arrêté préfectoral (N°206/2020). Ce cumul dans la réalité sera aussi complété par **l'impact visuel de la petite plaisance**, plus nombreuse encore et proche du littoral donc de l'observation du paysage par les utilisateurs non plaisanciers depuis les plages notamment.

L'extension des ZMEL de grande plaisance, sans bouée supplémentaire, réduirait l'impact paysager d'ensemble, en plus de son intérêt pour la protection des herbiers.

5. Un modèle socio-économique perfectible

Prévue au COPIL, la **redevance annuelle destinée à la RNBB** (Surveillance / Police) dès 2021, soit 1% des recettes facturées/an (4000€HT/an) **a disparue des coûts de fonctionnement**, alors même que ces derniers sont prévus à la hausse (166000€HT contre 150000€HT).

La **réversibilité de l'équipement, en cas de retrait de corps-mort si l'impact sur les herbiers est significatif, n'est pas évaluée monétairement**.

Le **coût public du projet est considérable, 2 490 200 € TTC, pour un projet de ZMEL avec 14 coffres dédiés à grande plaisance**.

Les **retombées économiques locales du projet ne sont pas détaillées**.

Ainsi, **le rapport coût-avantages monétaire du projet n'est pas évalué**. Outre l'évaluation monétaire, aucune évaluation multicritère de scenarios d'implantation d'ancrages n'est livrée, alors qu'une mémoire scientifique a été mis à disposition.

L'**absence d'un règlement de ZMEL** lié au projet ne souligne pas le cadrage des usages sociaux du site d'accueil.

Plus largement, la concertation initiée au COPIL avec le conseil scientifique de la RNBB a finalement été stoppée durant la phase clef de localisation des corps-morts ; ce qui a compliqué l'intégration de la dimension écologique dans le projet et allongé les délais, avec une seconde version suite aux requêtes justifiées des services de l'état. D'avantage de concertation reste cependant possible à l'avenir.

6. L'avis scientifique sur la demande d'AOT et le projet

Compte tenu des améliorations apportées par la seconde version du projet, qui reste cependant lacunaire sur la dimension écologique, l'avis concernant la demande d'AOT est **favorable sous les conditions suivantes** :

- **L'état initial de la nature au sein des ZMEL (herbiers de Posidonie, Cymodocés, hydrodynamisme) devra être validé par le conseil scientifique de la RNBB.**
- **Le suivi scientifique de la nature, des impacts potentiellement négatifs des dispositifs d'ancrage et de l'ombre des navires, sont à réaliser par le gestionnaire de la RNBB et sont à valider par le conseil scientifique de la RNBB**.
- **Le suivi scientifique doit se réaliser sans prélèvements sur la nature**.

- **Le protocole de caractérisation de l'état initial de la nature** (avant et après la pose de chaque ancrage) **et du suivi scientifique (herbiers de Posidonie, Cymodocés, hydrodynamisme, ombre des navires) devra être le suivant :**
    - Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe **de 10 mètres à moins de 20 mètres des herbiers** : **état initial et suivi scientifique renforcé avec micro-cartographie annuelle**.
        - Sur un diamètre de 50m à partir de la limite extérieure des corps-morts : 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions autour de chaque corps-mort, plus une station de référence éloignée des corps-morts pour chaque ZMEL.
        - Un balisage des limites de l'herbier autour des ancrages.
        - Suivi scientifique annuel, à chaque fin de période d'exploitation, et durant toute la durée de l'exploitation, des paramètres suivants : densité, recouvrement réalisé toujours à la même période en début de printemps, % de rhizomes plagiotropes, déchaussement, ensablement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique.
        - Micro cartographie annuelle et vérification **deux fois par an** du balisage, évolution de la granulométrie, matière organique.
    - Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe de situé **de 20 mètres à moins de 50 mètres des herbiers** : **suivi scientifique régulier**.
        - Sur un diamètre de 50m à partir de la limite extérieure des corps-morts : 4 carrés permanents positionnés dans les 4 directions autour de chaque corps-mort, plus une station de référence éloignée des corps-morts pour chaque ZMEL.
        - Un balisage des limites de l'herbier autour des ancrages.
        - Suivi scientifique annuel, à chaque fin de période d'exploitation, et durant toute la durée de l'exploitation, des paramètres suivants : densité, recouvrement réalisé toujours à la même période en début de printemps, % de rhizomes plagiotropes, déchaussement, ensablement, compacité de la matte et sa teneur en matière organique.
    - Pour chaque corps-mort dont la limite extérieure se situe **à 50 mètres ou plus des herbiers** : **pas d'état initial ni de suivi-scientifique**, étant donné l'évitement géographique de ces derniers.
- **L'augmentation de la surface des deux ZMEL d'au moins un tiers vers le large, et intégrant le point 8 de localisation scientifique pour un ancrage par scellement chimique sur roches en 2022, comme mesure compensatoire des impacts potentiels non pris en compte ou d'accompagnement pour une plus grande protection des herbiers en y interdisant le mouillage à l'ancre des bateaux de la petite plaisance.**
- **L'enlèvement des corps-morts existants avant la mise en place des ZMEL**
- **Le retrait immédiat des coffres en cas d'impact avéré et significatif par le suivi scientifique réalisé par le gestionnaire de la RNBB et validé par son conseil scientifique** sur la vitalité, le déchaussement ou l'ensablement des herbiers pour les points soumis à un suivi scientifique régulier ou renforcé.
- La **comptabilité des ZMELS**, tant lors des travaux que de l'exploitation, **avec les actions pluriannuelles de transplantations de Posidonie devant débuter au printemps 2021** dans le golfe de Santa Manza à Balistra.
- Un **règlement de la ZMEL** considérant : - une zone de mouillage **propre**, réservée aux navires équipés de réservoirs et répondant aux normes édictées pour la prévention des rejets en mer - **sécurisée**, car **libre de tous navires dès force 7 Beaufort** avec alerte avant.
- **Une redevance annuelle destinée à la RNBB dès 2021, soit 1% du montant des recettes facturées/an**, qui servira aux actions du gestionnaire de l'aire marine protégée dans les ZMEL.
- **Le maintien d'une gestion publique des ZMEL** est souhaité.

Références

Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., (2006). Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica. RAMOGE, 1-202.

BRLi, (2021). PROJET DE CREATION DE COFFRES DE MOUILLAGE POUR LA GRANDE PLAISANCE – BOUCHES DE BONIFACIO - Compléments apportés aux dossiers suite aux dernières investigations géotechniques. Mars, 16 p.

Erftemeijer P.L.A., Robin Lewis R.R., (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. Marine Pollution Bulletin, 52 : 1553–1572

Green, E.P., Short, F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre, University of California Press, Berkeley, USA, 298 pp.

Oberti P., Pergent G., Pergent-Martini C., Culioli J.-M., Santoni M.-C., Paoli-Leca N., Carles S., (2021). Note sur une ZMEL type expérimentale et concertée de grande plaisance dans la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio. Conseil scientifique de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio, 30 janvier, 12 p. + Annexe.

Ruiz JM, Romero J, (2001). Effects of in situ experimental shading on the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica. Marine Ecology P.S. : 215: 107-120.

Salgues M., Pioch S., Souche J.-C., De Weerdt K. (2020). L'écoconception maritime : une révolution pour les maitres d'ouvrages. Revue Paralia, Vol. 13, pp n01.1–n01.18. DOI: https://doi.org/10.5150/revue-paralia.2020.n01

Souche J.-C., Pioch S., Salgues M., De Weerdt K., Agostini A., Hayek M. (2019). De la conception à l'éco-conception des ouvrages maritimes : intégrer la nature au projet d'aménagement maritime. Revue Paralia, Vol. 12, pp n01.1–n01.26. DOI: https://doi.org/10.5150/revue-paralia.2019.n01

Shepherd, S.A., McComb, A.J., Bulthuis, D.A., Neverauskas, V., Steffensen, D.A., West, R., 1989. Decline of seagrasses. In: Larkum, A.W.D., McComb, A.J., Shepherd, S.A. (Eds.), Seagrasses: A Treatise on the Biology of Seagrasses with Special Reeference to the Australian Region. Elsevier, North Holland, pp. 346–387.

RAPPORT

ÉTAT INITIAL DES HERBIERS POUR LE COFFRAGE DE GRANDE PLAISANCE DE SANTA AMANZA

Juillet 2021

BONIFACIO MARINA

BONIFACIO MARINA

keran
Des hommes, une planète

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT

RAISON SOCIALE	**BONIFACIO MARINA**
COORDONNÉES	Quai Noël Beretti 20169 Bonifacio Tél. : 04 95 73 10 07
INTERLOCUTEUR	**Monsieur Michel MALLARONI** Tél. : 06 27 22 49 81 E-mail : directeur@bonifaciomarina.com

CREOCEAN

COORDONNÉES	**Agence Occitanie** 128 avenue de Fès Tél. 04.99.23.31.65 E-mail : montpellier@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	**Monsieur Sébastien THORIN** Tél. 04.99.23.31.68 E-mail : thorin@creocean.fr

RAPPORT

BON DE COMMANDE		NOTRE RÉFÉRENCE	**210604**
TITRE	ÉTAT INITIAL DES HERBIERS POUR LE COFFRAGE DE GRANDE PLAISANCE DE SANTA AMANZA		
NOMBRE DE PAGES TOTAL		28	
NOMBRE D'ANNEXES		0	

RÉSUMÉ

Une campagne de plongée a été menée par Créocéan du lundi 5 au vendredi 9 juillet qui a permis l'installation 48 carrés permanents sur la zone des deux ZMEL et la pose de 119 balises sur 14 sites autour de 10 corps morts.

Deux tests de photogrammétrie ont aussi été réalisés sur deux balisages (sites A9 et B2).

La vitalité des herbiers a été analysée dans les carrée permanent ainsi que la densité de la matte morte au moyen d'un pénétromètre.

42 prélèvements de matte morte dans les carrés permanents et 8 prélèvements de sable au niveau des 8 corps ont été effectués pour l'analyse respective de la matière organique et de la granulométrie.

MOTS-CLÉS	Herbiers de posidonies, carrés permanent, balisage, corps morts, mouillage, vitalité

CONTRIBUTEURS

DATE	VERSION	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEUR (S)	VALIDÉ PAR / CONTRÔLE QUALITÉ
07.07.2021	V1	Rapport de mission et résultats préliminaires	Sébastien Thorin	MPO
28.07.2021	V2	Rapport final	Sébastien Thorin	MPO
18.11.2021	V3	Rapport (ajout station A4)	Sébastien Thorin	MPO

Sommaire

1. Présentation du projet 7
2. Méthodologie 8
2.1. Équipe et logistique maritime 8
2.2. Installation des carrés permanents et balisage de limites 9
2.2.1. Carrés permanents 9
2.2.2. Microcartographie des limites d'herbiers 10
2.3. Mesure dans les carrés permanents 12
3. Résultats 15
3.1. Récapitulatif des prestations réalisées sur les deux ZMEL 15
3.2. Cartographie des herbiers 15
3.2.1. Carrés permanents 15
3.2.2. Microcartographie des limites d'herbier par balisage 19
3.2.3. Photogrammétrie (prestation optionnelle) 23
3.3. Résultats des mesures et des prélèvements 24
3.3.1. Vitalité des herbiers 24
3.3.2. Résultat des prélèvements de matte morte et de sédiments 28
4. Particularités 31

Liste des Figures

Figure 1. Localisation des corps morts et de la bouée météorologique (carré orange) 7

Figure 2. Photo du support nautique 8

Figure 3. Illustration d'un carré permanent 9

Figure 4. Illustration d'un balisages 10

Figure 5. exemple de recouvrement cartographique 11

Figure 6. Représentation des différents rhizomes et représentation du déchaussement (Boudouresque, CF, Giraud, G, Panayotidis, 1980) 13

Figure 7. Planche photos des carrés (vues verticales) 18

Liste des tableaux

Tableau 1. Équipe de terrain 8

Tableau 2. Localisation des prélèvements de sable sur l'emplacement des corps morts 14

Tableau 3. Synthèse des opérations menées sur les 2 ZMEL 15

Tableau 4. Localisation des carrés permanents 15

Tableau 5. Position des balisages 19

Tableau 6. Classification de l'état de l'herbier selon les densités par m² de faisceaux observés et le niveau de profondeur (mètres) (source : Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010) 24

Tableau 7. Synthèse des résultats des mesures prises dans le carré permanent 26

Tableau 8. Pourcentage de recouvrement des carrés permanents (herbier – matte morte - sédiment) 27

1. Présentation du projet

La commune de Bonifacio porte un projet d'aménagement de 2 ZMEL dédiées à la Grande Plaisance sur le site de Sant Amanza - Balistra. Le plan de mouillage final aboutit à 13 bouées et d'une bouée météorologique réparties sur les 2 ZMEL. Les bouées de mouillage pourront recevoir des navires de 24 à 60 mètres. En complément des études déjà effectuées, les services instructeurs demandent à la commune d'établir l'état initial de l'herbier de posidonies.

Certains corps-morts sont localisés à faible distance des herbiers (entre 10 mètres à moins de 20 mètres) : X ; X1 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7 ; A9 et B5.
D'autres sont plus éloignés (entre 20 et 50 mètres) : X2 ; A1 ; A3 ; A8 ; B2.

La carte suivante donne la position respective des corps morts sur les 2 ZMEL.

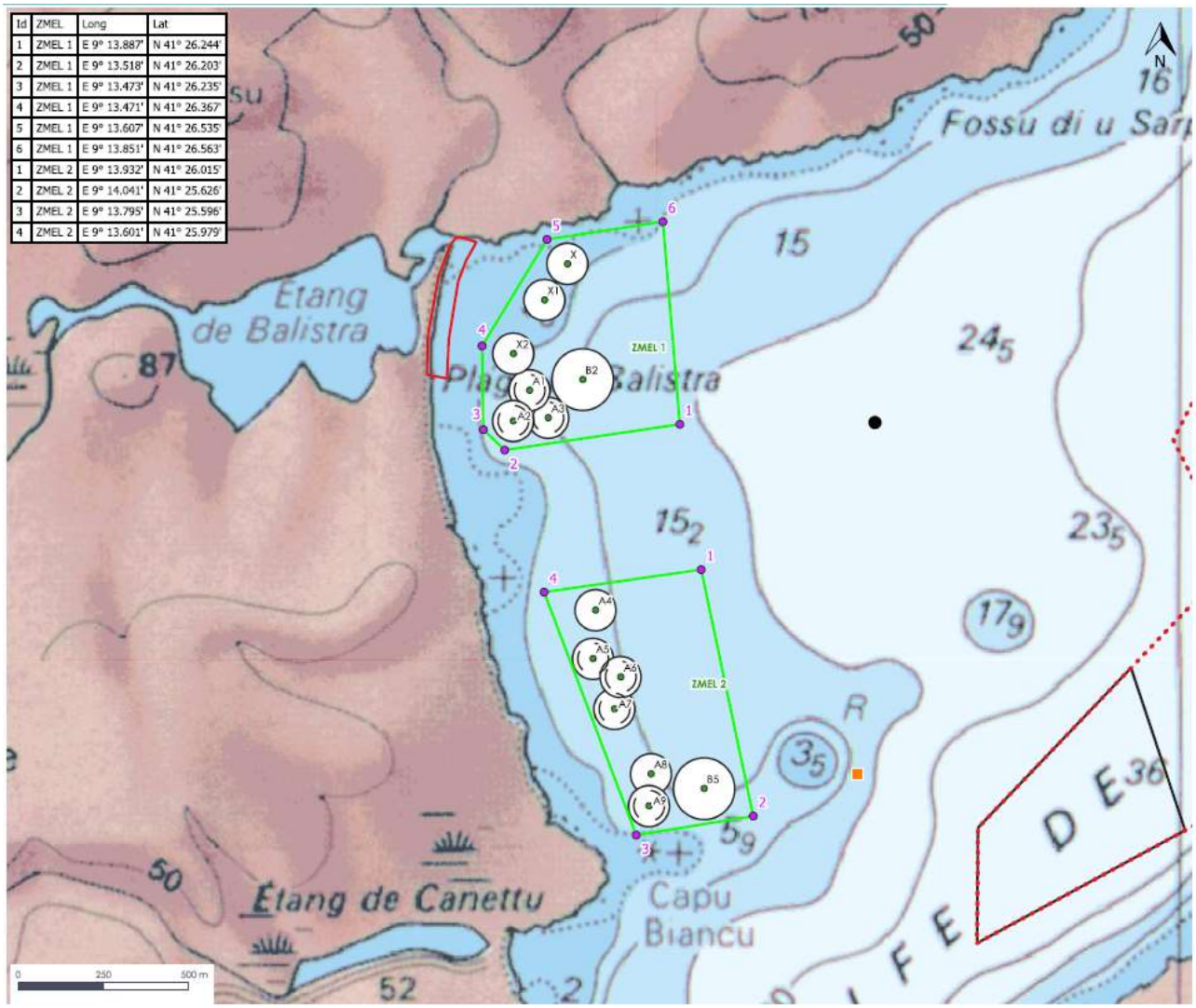


Figure 1. Localisation des corps morts et de la bouée météorologique (carré orange)

2. Méthodologie

2.1. Équipe et logistique maritime

La campagne de terrain s'est déroulée du lundi 5 au vendredi 9 juillet.
L'équipe comportait 4 plongeurs classés de CREOCEAN et un pilote (également plongeur classé) du club de plonge Bonifacio plongée.
La logistique plongée et le support maritime étaient assurés par Bonifacio plongée.

Tableau 1. Équipe de terrain

Nom, Prénom	Organisme	Responsabilité	Qualification plongée
Sébastien THORIN	CREOCEAN	Chef des opérations / COH / Plongeur scientifique	2B
Claude REVERET	CREOCEAN	Plongeur scientifique	2B
Pierre TOUZERIE	CREOCEAN	Plongeur scientifique	1B
Mélusine MANCEAU	CREOCEAN	Plongeuse scientifique	1B
Sylviane ROSSI	Bonifacio Plongée	Pilote	1B

Figure 2. Photo du support nautique

Une journée supplémentaire de terrain a été effectuée le 17 novembre 2021 pour baliser les herbiers au droit de la bouée A4. Les plongeurs de Créocéan, Claude REVERET et Mélusine MANCEAU, ont été mobilisés pour cette opération.

2.2. Installation des carrés permanents et balisage de limites

Deux types d'installations ont été mis en place au niveau des herbiers de posidonies :

- Des carrés permanents de 6x6 m²,
- Des balisages en limite d'herbier ou de matte morte.

2.2.1. Carrés permanents

Les carrés permanents ont été déployés dans un espace de 20 à 50 mètres autour de la bordure extérieure de chaque corps mort en fonction de leur distance la plus proche aux herbiers de posidonies. Ils sont au nombre de 1 à 4 en fonction de la configuration spatiale des herbiers autour des corps morts.

Des carrés permanents ont aussi été déployés autour de la bouée météorologique et sur deux sites témoins (un par ZMEL).

Les carrés permanents délimitent une surface de 6x6 m² matérialisée par 4 fers à béton de 100 cm de long et de 6 mm de diamètre fixés dans le substrat. Parmi ces 4 fers à béton, un est identifié par galito de couleur blanc et un autre par galito de couleur rouge, les deux fers à bétons marqués étant en position diagonale sur le carré permanent afin de faciliter leur identification sous l'eau.

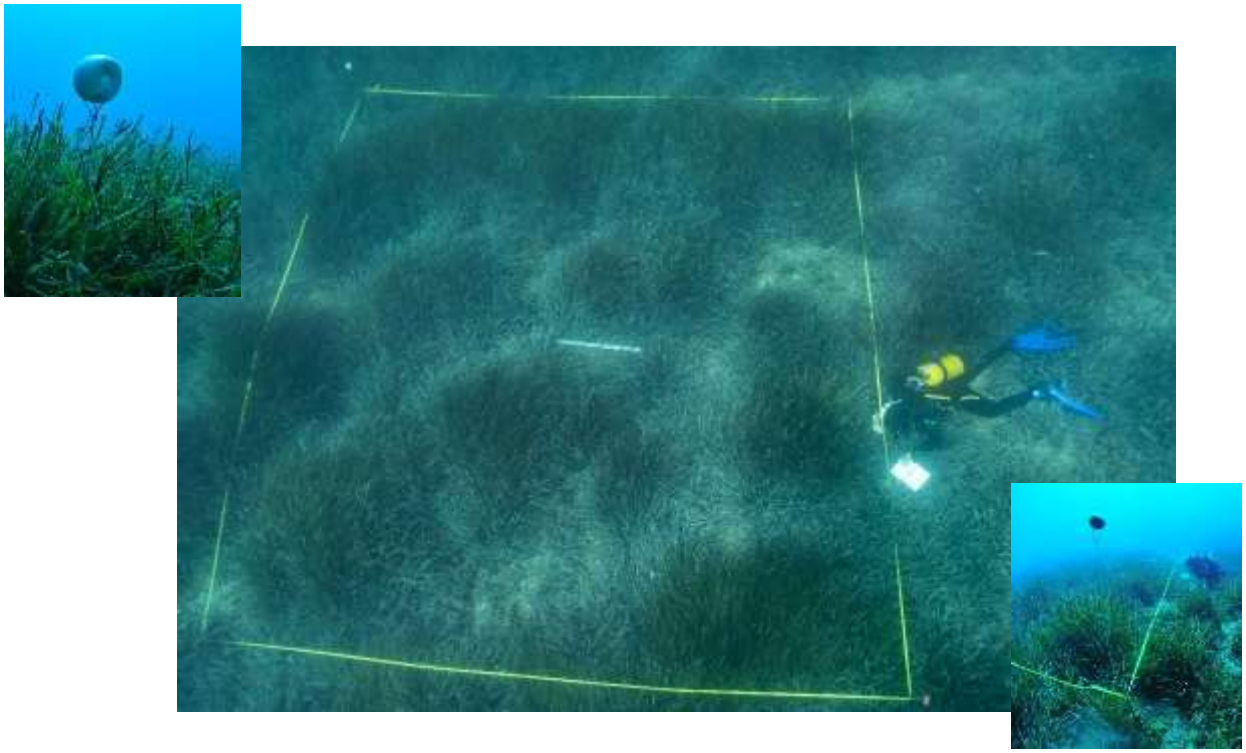


Figure 3. Illustration d'un carré permanent

Le centre des carrés permanents a été géoréférencé en WGS84.

2.2.2. Microcartographie des limites d'herbiers

2.2.2.1. Balisage par des bornes géomètres

Un balisage des limites de l'herbier a été installé autour de 10 corps morts. Ce balisage est composé de bornes déployées le long des limites. Les bornes sont espacées de 5 m de distance (sauf sur la station A8 où elles sont espacées de 10m). Le nombre de bornes est fonction de l'environnement autour de chaque corps mort et de la longueur total du balisage (6 à 11 balises posée par linéaire).

La première et la dernière borne de chaque balisage sont identifiées par une étiquette jaune numérotée, selon la codification suivante : [Numéro du corps mort] **;** [1 pour la première balise] **;** [6 ou 11 pour la dernière balise] **: Exemple X2-1.**
Lorsque deux balisages sont installés sur le même site la codification différencie les deux séries de balises avec des lettre « a » et « b » : **Exemple X1-1a ➔ X1-11a et X1-1b & X1-11b ;**

Les coordonnées géographiques des balises ont été relevées en WGS84, en positionnant un plongeur muni d'un GPS en surface au-dessus de chaque balise acquise. Un second plongeur en apnée a aussi pris des photos des balises depuis la surface de façon à visualiser la position des balises en limite des herbiers ou de la matte morte. Le positionnement GPS de chaque balise associée à une vue d'ensemble de l'herbier et des balises permet d'obtenir une microcartographie des balisages.

Figure 4. Illustration d'un balisages

Ce balisage permettra d'appréhender physiquement la progression ou la régression de la limite de l'herbier au niveau de chaque borne au cours du temps. Une progression correspond donc à une avancée de la limite tandis qu'une régression est assimilée à un recul de cette limite.

2.2.2.2. Photogrammétrie (prestation optionnelle)

Deux limites d'herbier ont aussi été cartographiées par photogrammétrie sur les sites A9 et B2.

L'acquisition des images nécessaires à la création des reconstructions 3D est réalisée à partir d'un Nikon D500 (capteur APS-C de 20 megas pixels) avec un objectif Nikon 16mm, montés dans un caisson sous-marin**.**

Afin d'obtenir un résultat optimal, un recouvrement entre chaque image consécutive, à une distance constante, est effectué sur le sujet d'étude. Chaque photographie doit donc **posséder un pourcentage de contenu commun** avec la photographie précédente et suivante, mais aussi avec la photographie adjacente.

Le principe d'acquisition ne repose donc pas sur une densité de clichés (au m² par exemple), mais plutôt **sur un positionnement optimal des clichés** afin d'en assurer une bonne juxtaposition et donc un bon recouvrement.

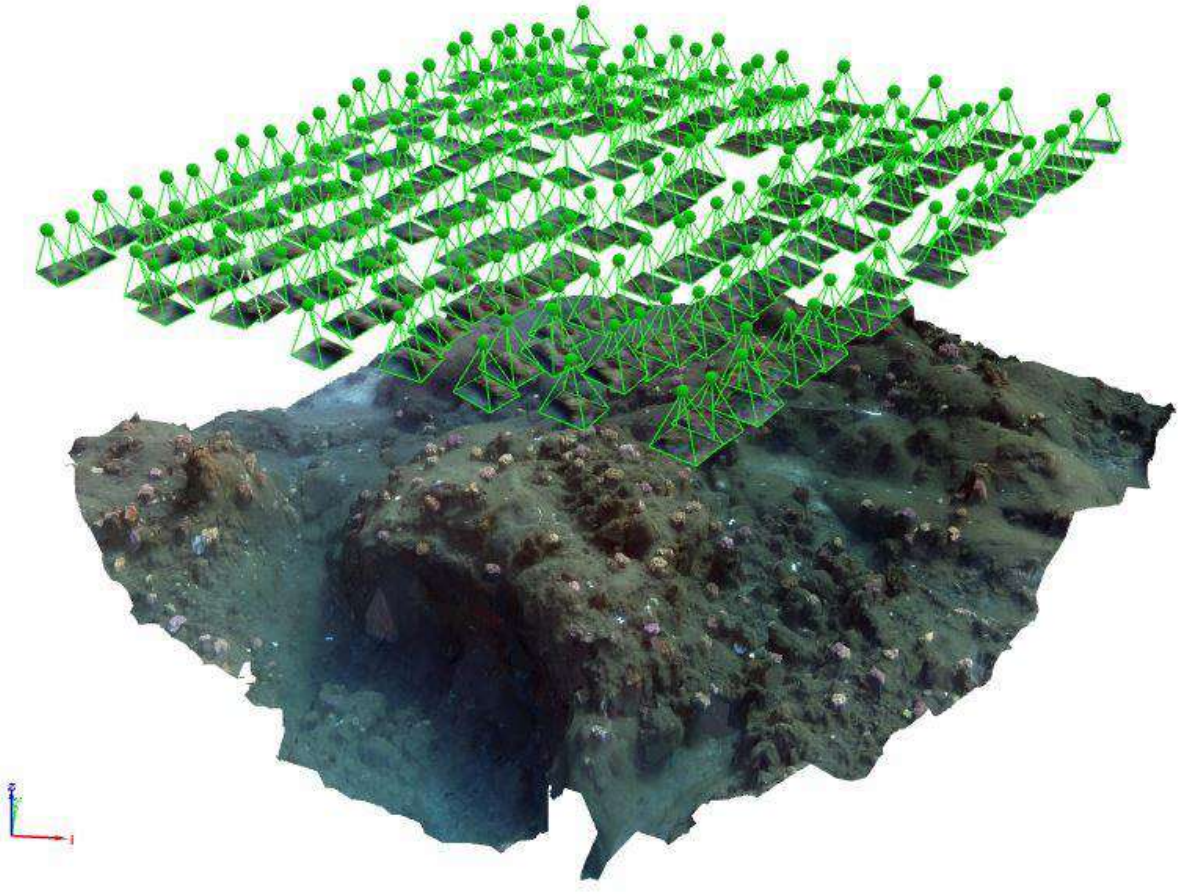


Figure 5. Exemple de recouvrement cartographique

Nos protocoles, inspirés de cinq années d'expérience opérationnelle, permettent de positionner le photographe dans un espace 3D (l'eau), de manière très précise et prendre des photos exactement au bon endroit afin d'assurer une grille de recouvrement longitudinal et latéral de 75%, à une distance constante du fond afin de maintenir la même précision en tout temps. L'augmentation du pourcentage de recouvrement latéral était le meilleur choix en matière de reconstruction, de déploiement sous l'eau, de temps passé et de marge d'erreur et déviation du positionnement du plongeur.

Préalablement à l'acquisition photographique, des étalons sont positionnés sur le sujet d'étude. Ces étalons, photographiés lors de l'acquisition, sont utilisés après la reconstruction du nuage de point. **La taille des étalons est renseignée dans le logiciel de traitement qui opère une mise à l'échelle.**

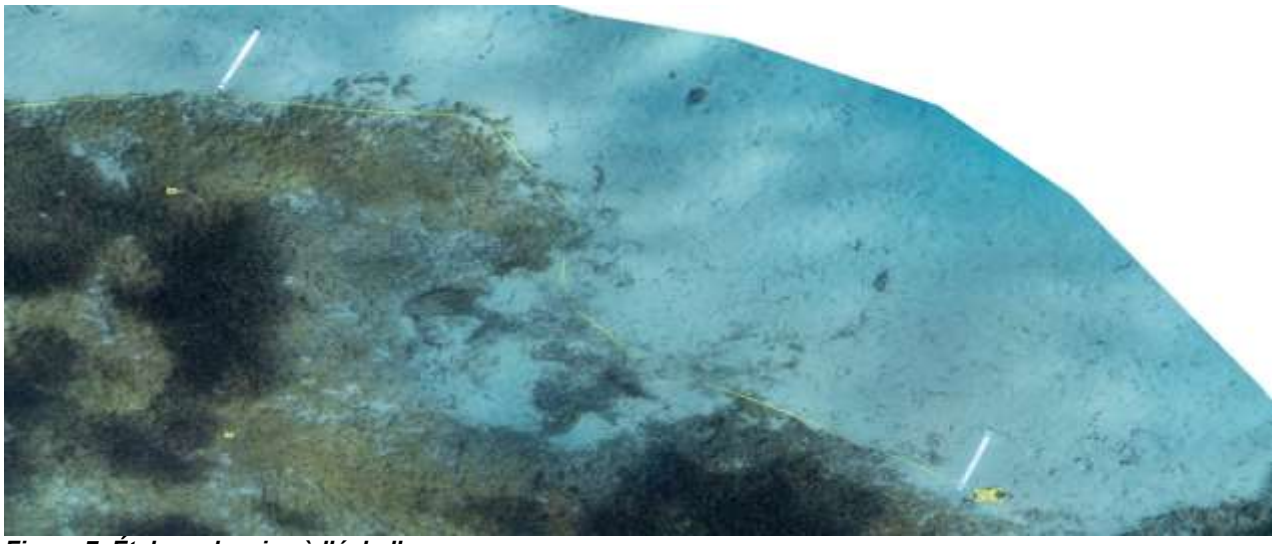


Figure 7. Étalons de mise à l'échelle

Les jeux de données sont traités au besoin comme suit :

- Estimation de la qualité des images,
- Alignement des images, optimisation,
- Construction d'un nuage de point clairsemé, mise à l'échelle, géoréférencement,
- Construction d'un nuage dense,
- Construction d'un modèle maillé (mesh), construction de la texture,
- Construction du MNS (Modèle Numérique de Surface),
- Construction de l'orthophotographie,
- Export des supports.

Plusieurs outils sont également utilisés régulièrement en fonction du besoin : calcul de l'indice de confiance, fermeture des trous ...

2.3. Mesure dans les carrés permanents

Dans chacun des carrés permanents, la vitalité des herbiers est évaluée selon les recommandations du Guide Cadre Eval_Impact édité par les DREAL PACA et Occitanie en juin 2018. Les paramètres suivants sont mesurés :

- La densité des faisceaux de posidonies.
- Le pourcentage de recouvrement de l'herbier, ainsi que de la matte morte.
- Le pourcentage de rhizomes plagiotropes.
- Le déchaussement des pieds de posidonies.
- Le type de substrat.

Densité des faisceaux

La densité représente le nombre de faisceaux par unité de surface (généralement par m²). Elle est déterminée par des comptages in situ à l'intérieur de 4 quadrats de 20x20 cm². Lorsque l'herbier est discontinu, les comptages sont réalisés à l'intérieur des tâches d'herbier.

Taux de recouvrement

Le recouvrement donne une indication sur la proportion de substrat occupée par l'herbier, il peut varier selon la vitalité de l'herbier. Généralement le recouvrement s'exprime en pourcentage (taux). Le recouvrement est déterminé à partir de photographies orthorectifiées. La valeur est donnée à 10 % près.

Les résultats obtenus sont comparés à des valeurs de référence indiquant le niveau de recouvrement de l'herbier.

- **Proportion des rhizomes plagiotropes**

Les rhizomes plagiotropes sont caractérisés par une croissance selon un axe horizontal, parallèle au substrat. Le pourcentage de rhizomes plagiotropes informe sur la vitalité de l'herbier et sur sa capacité à coloniser de nouveaux espaces. Ce pourcentage est évalué en dénombrant les rhizomes plagiotropes dans les quadrats, par rapport au nombre total de faisceaux présents.

- **Déchaussement ou ensablement**

Le déchaussement traduit le déficit sédimentaire qui entraîne une mise à nue des racines et des rhizomes et fragilise l'herbier. À l'inverse, une augmentation des apports sédimentaires peut entraîner des phénomènes d'enfouissement de l'apex des rhizomes et éventuellement leur mortalité. Pour les rhizomes plagiotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la partie inférieure des rhizomes. Pour les rhizomes orthotropes, caractérisés par une croissance verticale, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la base du faisceau foliaire. Le déchaussement est mesuré au centimètre près.

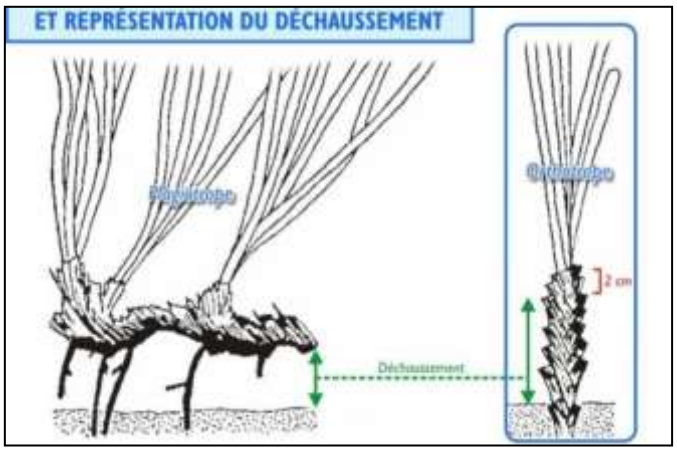


Figure 6. Représentation des différents rhizomes et représentation du déchaussement (Boudouresque, CF, Giraud, G, Panayotidis, 1980)

- **Nature du substrat**

La nature du substrat (sable grossier, sable fin, sable vaseux, sable coquiller, matte herbier y compris sous-jacente, algues en épave) et la présence de ripplemarks peuvent apporter des informations sur les conditions hydrodynamiques du site.

En complément de ces paramètres, deux autres paramètres ont été pris en compte :

- **Compacité de la matte**

Elle est mesurée *in situ* à l'aide d'un pénétromètre équipé d'un poids de 5 kg, dans chacun des carrés permanents. Trois mesures sont effectuées par carré.

- **Prélèvement de matte morte et de sable**

Matière organique : Des prélèvements de mattes d'herbiers ont été réalisés sur chaque carré permanent autour des corps morts – soit 42 prélèvements. Ils ont été conditionnés dans des flacons de 200mL (2 réplicas) puis envoyés en laboratoire pour l'analyse de matière organique.

Granulométrie : Des prélèvements de sable ont également été réalisés au niveau de l'emplacement des corps morts pour l'évaluation de la granulométrie. Ces prélèvements ont été effectués uniquement aux bouées X ; X1 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7 ; A9 et B5, soit 8 prélèvements. Les prélèvements ont été conservés dans des flacons de 200mL puis (2 réplicas) puis envoyés en laboratoire pour l'analyse de la granulométrie.

Les analyses sont confiées au laboratoire QUALYSE à La Rochelle.

La position des prélèvements de sable est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 2. Localisation des prélèvements de sable sur l'emplacement des corps morts

Corps-Morts	WGS84-Est	WGS84-Nord
A4	9°13'42.6011"E	41°25'57.0839"N
A5	9°13’42.2754"E	41°25’52.4865"N
A6	9°13'45.4700"E	41°25'50.7600"N
A7	9°13'44.9913"E	41°25'47.7355"N
A9	9°13'49.3554"E	41°25'38.5570"N
B5	9°13'55.9600"E	41°25'40.5502"N
X	9°13'39.063"E	41°26'29.83"N
X1	9°13'36.16"E	41°26'26.41"N

Les analyse sont effectuées au laboratoire QUALYSE à La Rochelle.

3. Résultats

3.1. Récapitulatif des prestations réalisées sur les deux ZMEL

Le tableau suivant fait la synthèse des installations posées et des mesure réalisées.

Tableau 3. Synthèse des opérations menées sur les 2 ZMEL

Bouée	Carré permanent	Balisage	Photogram-métrie 3D	Mesure	Mesure	Prélèvement	
	(6x6m²)	(tous les 5m)		Vitalité	Compacité	Sédiment	Matte
A1	3			3	3		3
A3	2			2	2		2
A4	2	N=11 ; L=50m		2	2	1	2
A5	4	N=11 ; L=50m		4	4	1	4
A6	4	N=11 ; L=50m		4	4	1	4
A7	4	N=2x6 ; L=2x25m		4	4	1	4
A8	4	N=6 ; L=50m *		4	4		4
A9	4	N=2x6 ; L=2x25m	1	4	4	1	4
B2	2	N=6 ; L=25m	1	2	2		2
B5	2	N=6 ; 25m		2	2	1	2
X	4	N=2x11 ; 2x50m		4	4	1	4
X1	4	N=2x11 2x50m		4	4	1	4
X2	3	N=11 ; 50m		3	3		3
Bouée Météo	4			4	4		
Témoin ZMEL 1	1			1	1		
Témoin ZMEL 2	1			1	1		

* Balisage tous les 10m uniquement

3.2. Cartographie des herbiers

3.2.1. Carrés permanents

3.2.1.1. Localisation des carrés permanents

48 carrés permanents ont été installés sur la zone des deux ZMEL.
Le tableau suivant donne la position GPS de chaque carré permanent (position centrale).

Tableau 4. Localisation des carrés permanents

LABEL	WGS84-Est	WGS84-Nord
A1a	9° 13' 34.2732" E	41° 26' 19.1940" N
A1b	9° 13' 33.1032" E	41° 26' 18.7368" N
A1c	9° 13' 32.8872" E	41° 26' 17.4372" N
A3a	9° 13' 38.7372" E	41° 26' 14.7984" N
A3b	9° 13' 37.8588" E	41° 26' 14.2368" N
A4a	9° 13' 43.5036" E	41° 25' 57.8856" N
A4b	9° 13' 42.2760" E	41° 25' 56.4960" N
A5a	9° 13' 43.1940" E	41° 25' 52.7880" N
A5b	9° 13' 42.6108" E	41° 25' 53.4504" N

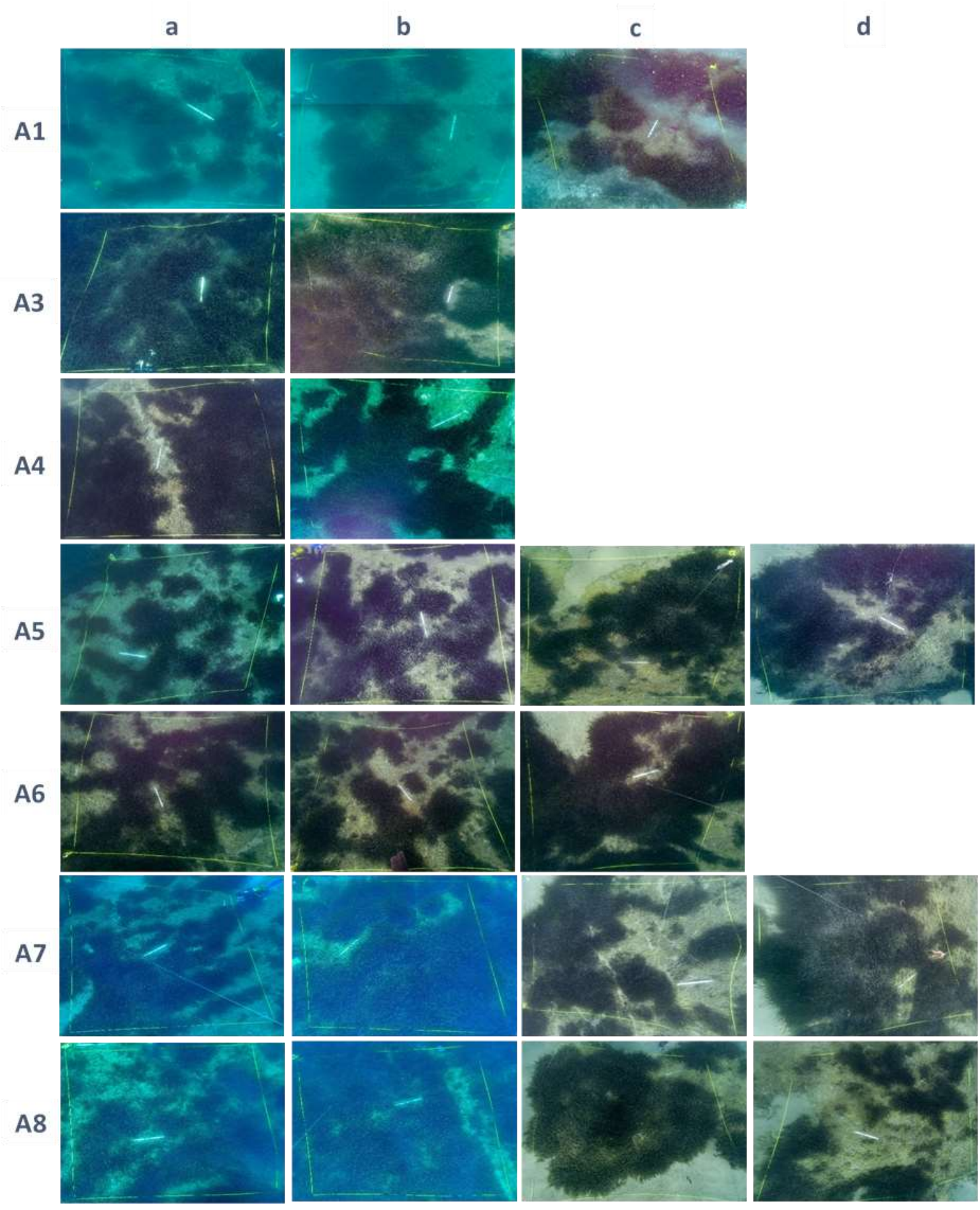
A5c	9° 13' 41.7360" E	41° 25' 52.8384" N
A5d	9° 13' 41.8476" E	41° 25' 52.3776" N
A6a	9° 13' 46.2000" E	41° 25' 51.3840" N
A6b	9° 13' 46.4412" E	41° 25' 50.7684" N
A6c	9° 13' 45.6240" E	41° 25' 50.2680" N
A6d	9° 13' 45.0300" E	41° 25' 51.6396" N
A7a	9° 13' 45.0300" E	41° 25' 48.7524" N
A7b	9° 13' 46.5744" E	41° 25' 48.1836" N
A7c	9° 13' 46.7796" E	41° 25' 46.8840" N
A7d	9° 13' 44.5584" E	41° 25' 47.2764" N
A8a	9° 13' 50.5200" E	41° 25' 42.2760" N
A8b	9° 13' 49.5768" E	41° 25' 42.7980" N
A8c	9° 13' 47.8380" E	41° 25' 42.1140" N
A8d	9° 13' 49.0296" E	41° 25' 40.9404" N
A9a	9° 13' 50.1708" E	41° 25' 39.1764" N
A9b	9° 13' 50.6136" E	41° 25' 38.3484" N
A9c	9° 13' 48.9072" E	41° 25' 38.2980" N
A9d	9° 13' 47.9748" E	41° 25' 38.3160" N
B2a	9° 13' 42.1500" E	41° 26' 19.8096" N
B2b	9° 13' 42.6720" E	41° 26' 18.2112" N
B5a	9° 13' 56.1072" E	41° 25' 40.0944" N
B5b	9° 13' 56.4456" E	41° 25' 40.7424" N
BMa	9° 14' 16.0404" E	41° 25' 42.4308" N
BMb	9° 14' 16.7208" E	41° 25' 41.3796" N
BMc	9° 14' 16.1016" E	41° 25' 41.0340" N
BMd	9° 14' 14.4924" E	41° 25' 41.7972" N
TZN	9° 13' 38.5284" E	41° 26' 23.1252" N
TZS	9° 13' 48.2268" E	41° 25' 45.0084" N
X1a	9° 13' 36.6744" E	41° 26' 27.5208" N
X1b	9° 13' 37.4196" E	41° 26' 26.7468" N
X1c	9° 13' 35.8032" E	41° 26' 25.8648" N
X1d	9° 13' 34.8348" E	41° 26' 26.9304" N
X2a	9° 13' 31.5768" E	41° 26' 22.7436" N
X2b	9° 13' 33.5712" E	41° 26' 22.2720" N
X2c	9° 13' 33.5568" E	41° 26' 21.3684" N
Xa	9° 13' 38.2512" E	41° 26' 30.3540" N
Xb	9° 13' 40.1592" E	41° 26' 30.6060" N
Xc	9° 13' 40.2600" E	41° 26' 29.3064" N
Xd	9° 13' 38.4564" E	41° 26' 29.3208" N

3.2.1.2. Photos des carrés permanents

Des photos ont été prises à la verticale de chaque carré permanent. Une illustration de ces photos est donnée sur les planches suivantes.

Les fichiers numériques des photos en haute définition sont fournis au client avec le rapport.

Sur la base de ces photos, sont calculés le taux de recouvrement des herbiers, de la matte morte et des substrats meubles (voir section 3.3).


a
b
c
d
A1
A3
A4
A5
A6
A7
A8

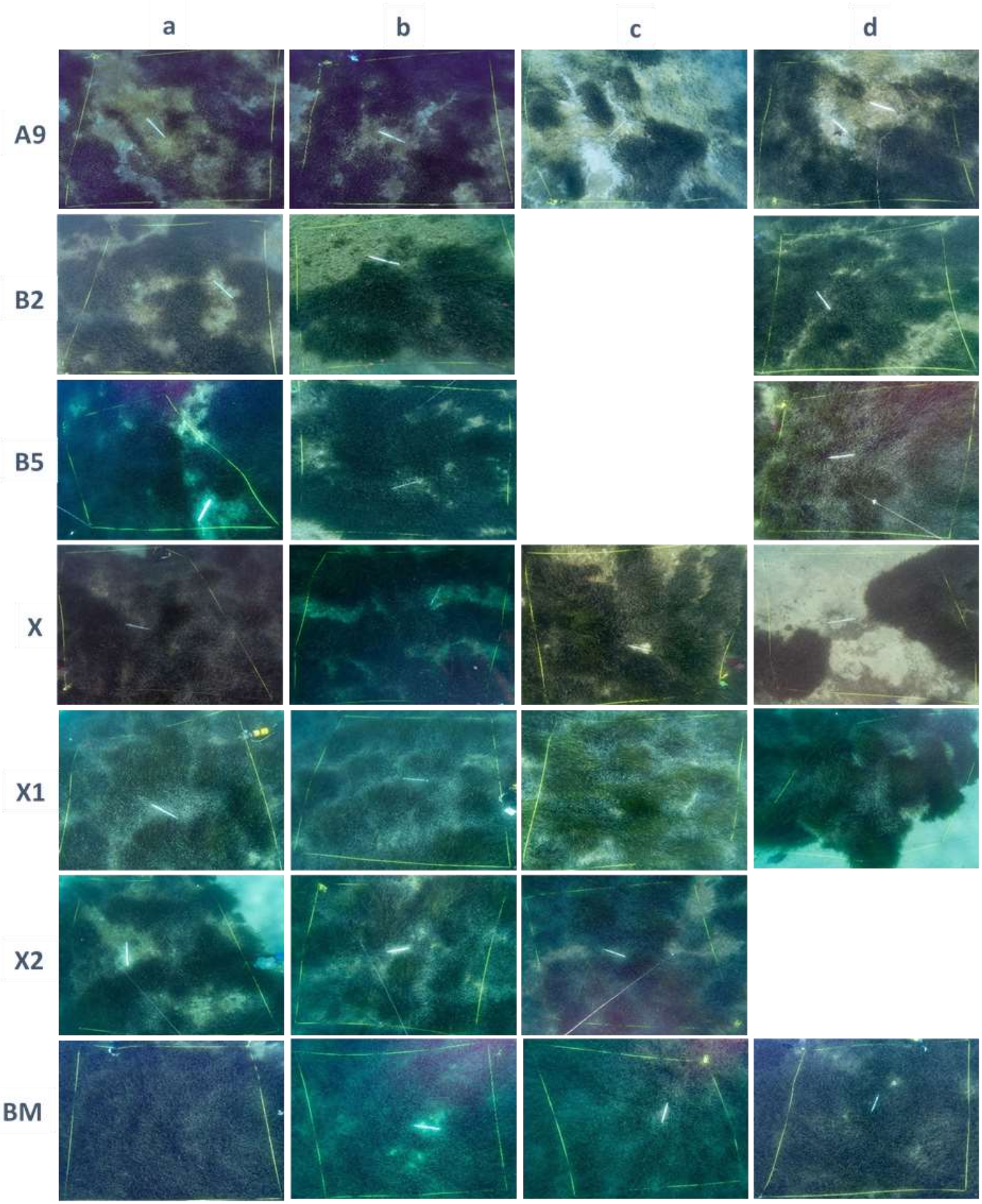


Figure 7. Planche photos des carrés (vues verticales)

3.2.2. Microcartographie des limites d'herbier par balisage

3.2.2.1. Localisation des balisages

En tout, ce sont 119 balises qui ont été installées sur 14 sites autour de 10 corps morts. On rappelle que les balises sont numérotées de 1 à 11 ou de 1 à 6 selon leur nombre sur les différents sites. Lorsque deux balisages sont installés sur un même site, leur numérotation est complétée par les lettres « a » et « b ».

La position GPS de chaque balise est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 5. Position des balisages

LABEL	ID	LONGITUDE	LATITUDE
A4-1	A4-1	9° 13' 57.7800" E	41° 25' 43.1400" N
A4-11	A4-11	9° 13' 58.4400" E	41° 25' 41.7000" N
A5-1	A5-1	9° 13' 41.7360" E	41° 25' 52.7753" N
A5-2	509	9° 13' 41.7612" E	41° 25' 52.6277" N
A5-3	510	9° 13' 41.6424" E	41° 25' 52.5269" N
A5-4	511	9° 13' 41.4696" E	41° 25' 52.5629" N
A5-5	512	9° 13' 41.3976" E	41° 25' 52.4477" N
A5-6	513	9° 13' 41.4084" E	41° 25' 52.2569" N
A5-7	514	9° 13' 41.4757" E	41° 25' 52.1329" N
A5-8	515	9° 13' 41.6360" E	41° 25' 52.1981" N
A5-9	516	9° 13' 41.7144" E	41° 25' 52.2965" N
A5-10	517	9° 13' 41.8836" E	41° 25' 52.2713" N
A5-11	A5-11	9° 13' 41.9160" E	41° 25' 52.1021" N
A6-1	A6-1	9° 13' 45.3795" E	41° 25' 51.1446" N
A6-2	542	9° 13' 45.5019" E	41° 25' 51.0186" N
A6-3	543	9° 13' 45.5955" E	41° 25' 50.8674" N
A6-4	544	9° 13' 45.6783" E	41° 25' 50.7450" N
A6-5	545	9° 13' 45.6351" E	41° 25' 50.5578" N
A6-6	546	9° 13' 45.4371" E	41° 25' 50.5254" N
A6-7	547	9° 13' 45.3399" E	41° 25' 50.4894" N
A6-8	548	9° 13' 45.3507" E	41° 25' 50.3418" N
A6-9	549	9° 13' 45.3399" E	41° 25' 50.2302" N
A6-10	550	9° 13' 45.2355" E	41° 25' 50.0538" N
A6-11	A6-11	9° 13' 45.1095" E	41° 25' 50.1834" N
A7-1a	A7-1a	9° 13' 44.3344" E	41° 25' 47.5069" N
A7-2a	553	9° 13' 44.5036" E	41° 25' 47.4529" N
A7-3a	554	9° 13' 44.6584" E	41° 25' 47.3485" N
A7-4a	555	9° 13' 44.8456" E	41° 25' 47.3161" N
A7-5a	556	9° 13' 45.1048" E	41° 25' 47.3017" N
A7-6a	A7-6a	9° 13' 45.1516" E	41° 25' 47.1577" N
A7-1b	A7-1b	9° 13' 45.9507" E	41° 25' 47.7575" N
A7-2b	451	9° 13' 45.9831" E	41° 25' 47.8007" N
A7-3b	452	9° 13' 46.1199" E	41° 25' 47.7503" N
A7-4b	453	9° 13' 46.3071" E	41° 25' 47.6855" N
A7-5b	454	9° 13' 46.4511" E	41° 25' 47.5667" N
A7-6b	A7-6b	9° 13' 46.4223" E	41° 25' 47.4263" N
A8-1	A8-1	9° 13' 48.8730" E	41° 25' 42.7562" N
A8-2	530	9° 13' 49.1178" E	41° 25' 42.5618" N
A8-3	531	9° 13' 49.3590" E	41° 25' 42.3386" N
A8-4	532	9° 13' 49.6254" E	41° 25' 42.1910" N
A8-5	533	9° 13' 49.9278" E	41° 25' 41.9894" N
A8-6	A8-6	9° 13' 49.8882" E	41° 25' 41.7806" N
A9-1a	A9-1a	9° 13' 47.5322" E	41° 25' 38.2551" N
A9-2a	559	9° 13' 47.7770" E	41° 25' 38.2587" N
A9-3a	560	9° 13' 48.0038" E	41° 25' 38.2659" N
A9-4a	561	9° 13' 48.1946" E	41° 25' 38.3271" N
A9-5a	562	9° 13' 48.2126" E	41° 25' 38.2371" N
A9-6a	A9-6a	9° 13' 48.4358" E	41° 25' 38.1795" N
A9-1b	A9-1b	9° 13' 49.9163" E	41° 25' 38.7571" N
B5-1	B5-1	9° 13' 56.1754" E	41° 25' 40.7278" N
B5-2	571	9° 13' 56.2834" E	41° 25' 40.5694" N
B5-3	572	9° 13' 56.4526" E	41° 25' 40.4758" N
B5-4	573	9° 13' 56.3266" E	41° 25' 40.4002" N
B5-5	574	9° 13' 56.1322" E	41° 25' 40.3786" N
B5-6	B5-6	9° 13' 55.9270" E	41° 25' 40.3102" N
X-1a	X-1a	9° 13' 40.0306" E	41° 26' 30.0871" N
X-2a	455	9° 13' 40.1782" E	41° 26' 29.9935" N
X-3a	456	9° 13' 40.0882" E	41° 26' 29.8099" N
X-4a	457	9° 13' 40.1098" E	41° 26' 29.6839" N
X-5a	458	9° 13' 40.1134" E	41° 26' 29.5255" N
X-6a	459	9° 13' 40.2502" E	41° 26' 29.6083" N
X-7a	460	9° 13' 40.3618" E	41° 26' 29.5867" N
X-8a	461	9° 13' 40.3294" E	41° 26' 29.4103" N
X-9a	462	9° 13' 40.4122" E	41° 26' 29.3059" N
X-10a	463	9° 13' 40.5130" E	41° 26' 29.2087" N
X-11a	X-11a	9° 13' 40.3510" E	41° 26' 29.0971" N
X-1b	X-1b	9° 13' 38.8314" E	41° 26' 28.6315" N
X-2b	466	9° 13' 38.8998" E	41° 26' 28.8151" N
X-3b	467	9° 13' 38.9394" E	41° 26' 28.9159" N
X-4b	468	9° 13' 38.9934" E	41° 26' 28.8907" N
X-5b	469	9° 13' 38.8890" E	41° 26' 29.0311" N
X-6b	470	9° 13' 38.9286" E	41° 26' 29.2003" N
X-7b	471	9° 13' 39.0150" E	41° 26' 29.3263" N
X-8b	472	9° 13' 39.1590" E	41° 26' 29.3047" N
X-9b	473	9° 13' 39.1698" E	41° 26' 29.1607" N
X-10b	474	9° 13' 39.2382" E	41° 26' 29.0203" N
X-11b	X-11b	9° 13' 39.2994" E	41° 26' 28.8799" N
X1-1a	X1-1a	9° 13' 36.4095" E	41° 26' 27.2386" N
X1-2a	477	9° 13' 36.3699" E	41° 26' 27.1018" N
X1-3a	478	9° 13' 36.4491" E	41° 26' 26.8822" N
X1-4a	479	9° 13' 36.5715" E	41° 26' 26.7634" N
X1-5a	480	9° 13' 36.5391" E	41° 26' 26.6266" N
X1-6a	481	9° 13' 36.5787" E	41° 26' 26.4538" N
X1-7a	482	9° 13' 36.7947" E	41° 26' 26.3566" N
X1-8a	483	9° 13' 36.9819" E	41° 26' 26.3206" N
X1-9a	484	9° 13' 37.1511" E	41° 26' 26.2234" N
X1-10a	485	9° 13' 37.0899" E	41° 26' 26.0938" N
X1-11a	X1-11a	9° 13' 36.9063" E	41° 26' 26.0146" N
X1-1b	X1-1b	9° 13' 35.0759" E	41° 26' 26.3258" N
X1-2b	487	9° 13' 35.2559" E	41° 26' 26.1962" N
X1-3b	488	9° 13' 35.4611" E	41° 26' 26.1134" N
X1-4b	489	9° 13' 35.6555" E	41° 26' 26.0486" N
X1-5b	490	9° 13' 35.8859" E	41° 26' 25.9910" N
X1-6b	491	9° 13' 36.1091" E	41° 26' 26.0054" N
X1-7b	492	9° 13' 36.2603" E	41° 26' 26.0882" N
X1-8b	493	9° 13' 36.3719" E	41° 26' 26.1818" N
X1-9b	494	9° 13' 36.3719" E	41° 26' 26.0450" N
X1-10b	495	9° 13' 36.4007" E	41° 26' 25.8938" N

A9-2b	565	9° 13' 50.0387" E	41° 25' 38.7139" N
A9-3b	566	9° 13' 50.2259" E	41° 25' 38.6923" N
A9-4b	567	9° 13' 50.3015" E	41° 25' 38.5987" N
A9-5b	568	9° 13' 50.3087" E	41° 25' 38.4907" N
A9-6b	A9-6b	9° 13' 50.3879" E	41° 25' 38.4043" N
B2-1	B2-1	9° 13' 41.4586" E	41° 26' 20.0104" N
B2-2	536	9° 13' 41.4334" E	41° 26' 19.8664" N
B2-3	537	9° 13' 41.5558" E	41° 26' 19.7368" N
B2-4	538	9° 13' 41.7106" E	41° 26' 19.6252" N
B2-5	539	9° 13' 41.8726" E	41° 26' 19.5028" N
B2-6	B2-6	9° 13' 42.0238" E	41° 26' 19.5964" N

X1-11b	X1-11b	9° 13' 36.5663" E	41° 26' 25.9082" N
X2-1	X2-1	9° 13' 32.2705" E	41° 26' 22.4496" N
X2-2	498	9° 13' 32.3605" E	41° 26' 22.3560" N
X2-3	499	9° 13' 32.4505" E	41° 26' 22.2948" N
X2-4	500	9° 13' 32.6557" E	41° 26' 22.3380" N
X2-5	501	9° 13' 32.8825" E	41° 26' 22.3092" N
X2-6	502	9° 13' 33.0121" E	41° 26' 22.2444" N
X2-7	503	9° 13' 33.2173" E	41° 26' 22.1328" N
X2-8	504	9° 13' 33.3433" E	41° 26' 22.0428" N
X2-9	505	9° 13' 33.3253" E	41° 26' 21.9348" N
X2-10	506	9° 13' 33.2425" E	41° 26' 21.8376" N
X2-11	X2-11	9° 13' 33.1957" E	41° 26' 21.7188" N

3.2.2.2. Reconstitution des limites d'herbier par assemblage photos

On rappelle que seule la première et la dernière balise de chaque tronçon de balisage sont identifiées par une étiquette numérotée. Les balises intermédiaires sont uniquement matérialisées par la borne (de couleur jaune).

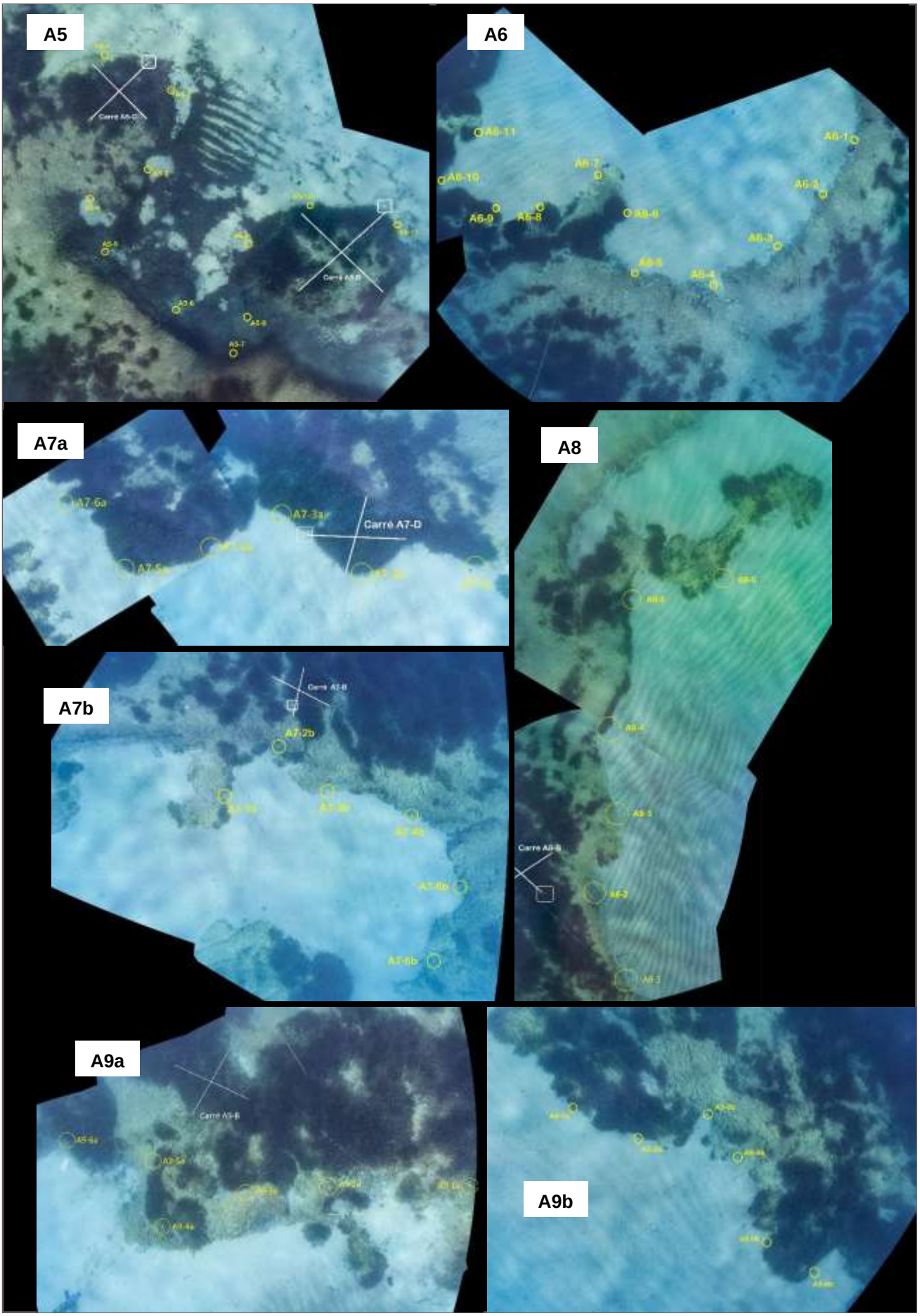
En accord avec le porteur de projet et l'OEC, les balises sont installées en limite d'herbier ou de matte morte en fonction de la configuration des herbiers.

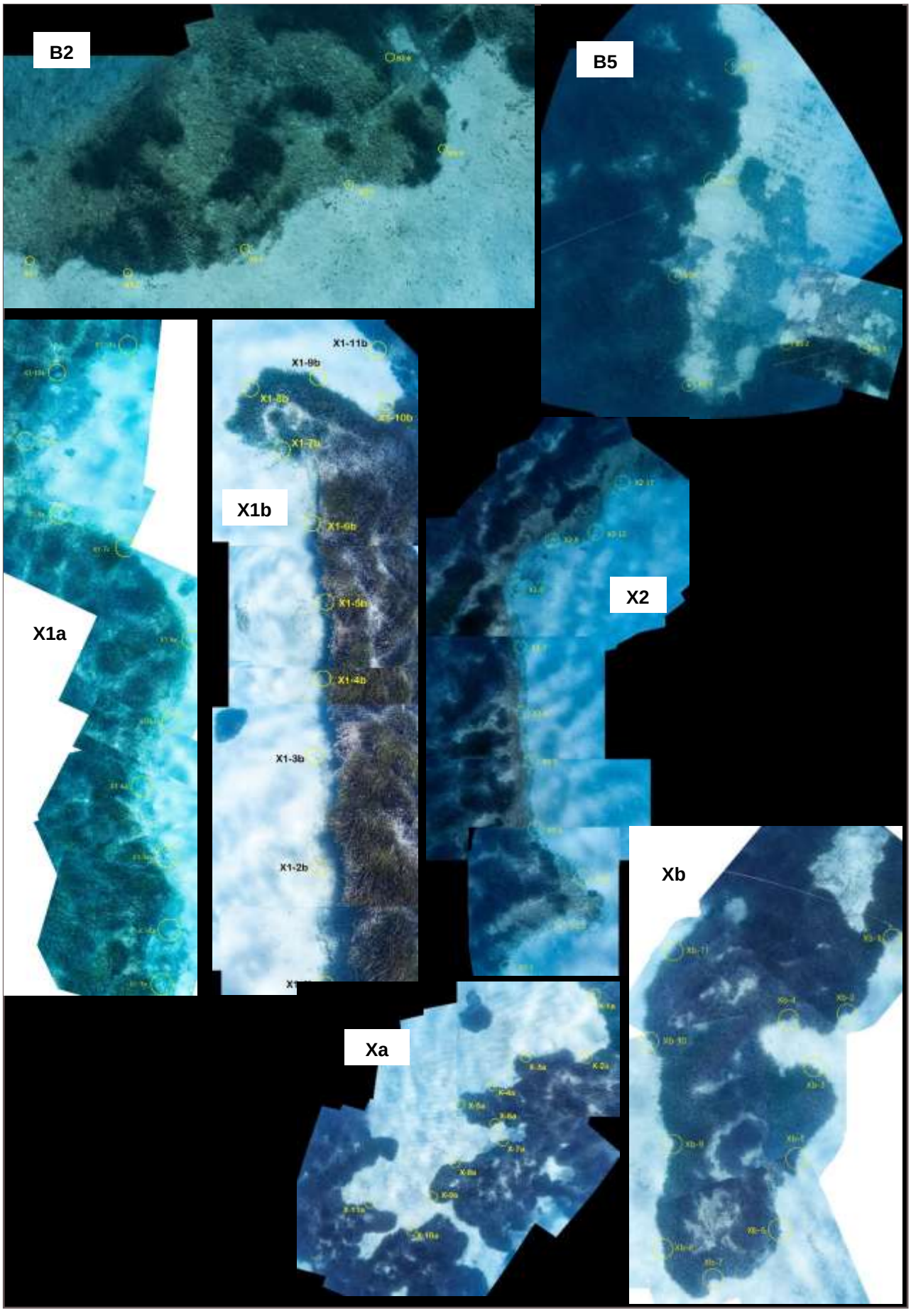
Pour faciliter la relocalisation des balises lors des futures campagnes de suivi, des photos des balisages ont été prises de la surface en apnée et assemblées sur ordinateur afin de reconstituer la configuration spatiale des herbiers. La position de chaque balise est indiquée sur chaque assemblage de photos, ce qui permet de savoir exactement où les balises se trouvent le long de la limite des herbiers et de les retrouver plus facilement sur le terrain.

Ces assemblages photos avec identification des balises sont présentés sur les planches suivantes.

Les fichiers numériques des photos en haute définition sont fournis au client avec le rapport.

Le balisage sur la station A4 a été mis en place e novembre 2021, mais la visibilité de l'eau n'a pas permis d'effectuer des photos des balises et seules les balises de départ (A4-1) et de fin de transect (A4-11) ont été localisées au GPS.


A5
A6
A7a
A8
A7b
A9a
A9b


B2
B5
X1a
X1b
X1-11b
X1-9b
X1-8b
X1-10b
X1-7b
X1-6b
X1-5b
X1-4b
X1-3b
X1-2b
X2
Xb
Xa

3.2.3. Photogrammétrie (prestation optionnelle)

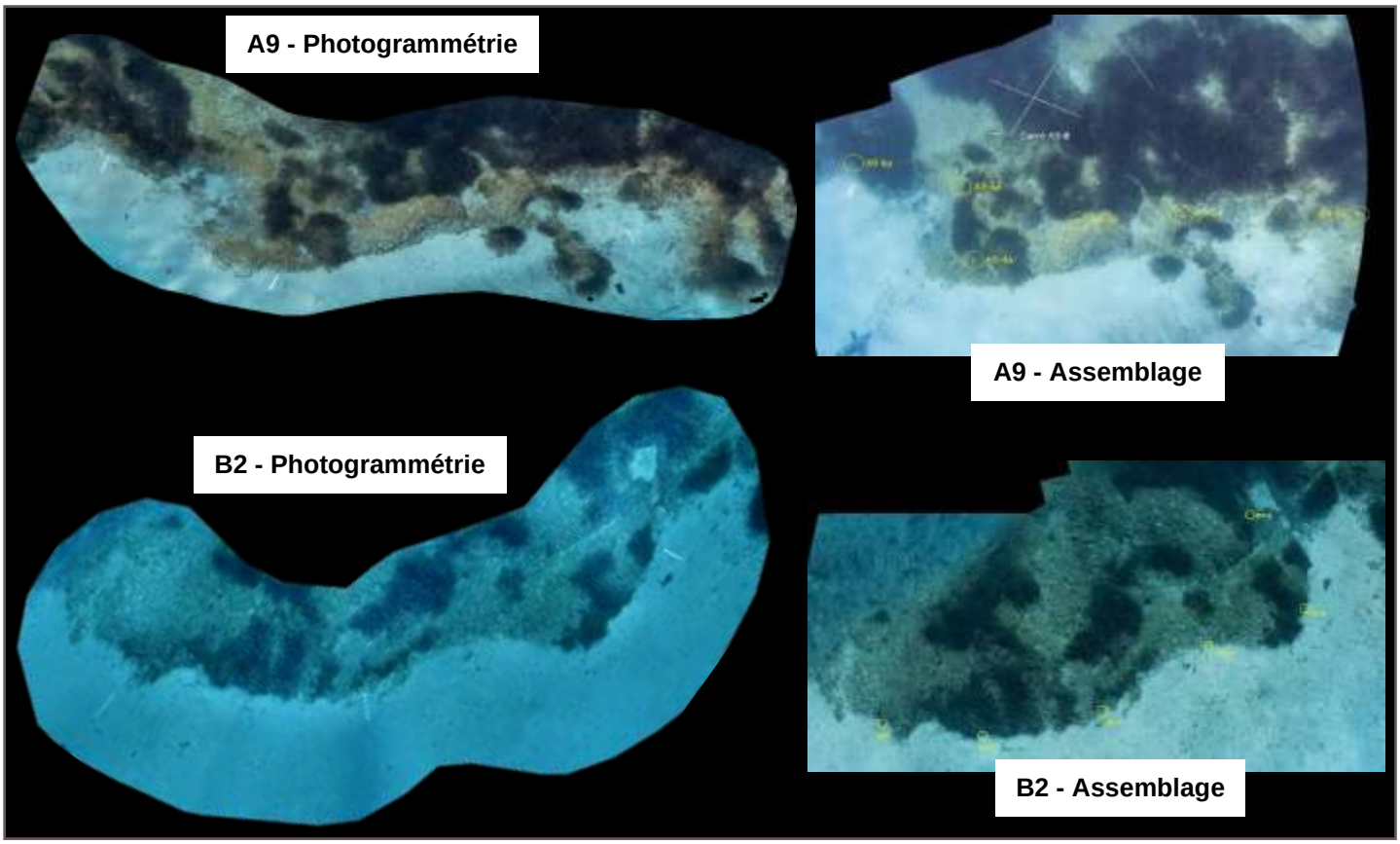
Deux tests de photogrammétrie ont été réalisés sur deux balisages (sites A9 et B2).

Les images issues de la photogrammétrie offrent une définition et une précision de la configuration des herbiers bien meilleure que l'assemblage des photos depuis la surface.

Les photos ont été prises à 2m au-dessus des fonds par une plongeur effectuant ou moins 3 passages en limite d'herbier (avec un léger décalage spatial à chaque fois de façon à obtenir un recouvrement important des photos, de l'ordre de 75%). La mise en place d'étalons permet la mise à l'échelle des sites et de rectifier toute déformation. Par ailleurs, la construction du modèle maillé (mesh), de la texture et du Modèle Numérique de Surface permet d'obtenir un géoréférencement précis de chaque point sur l'orthophotographie.

Sur la planche suivante, sont présentées les extractions de chaque orthophotographie en comparaison des assemblages de photos de surface présentés précédemment.

Les fichiers numériques des photos en haute définition sont fournis au client avec le rapport.



3.3. Résultats des mesures et des prélèvements

3.3.1. Vitalité des herbiers

Les données de vitalité des herbiers sont comparées aux valeurs de référence suivantes :

Tableau 6. Classification de l'état de l'herbier selon les densités par m² de faisceaux observés et le niveau de profondeur (mètres) (source : Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010)

Profondeur (m)	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
1	>1195	1195-964	964-732	732-501	<501
2	>1126	1126-903	903-679	679-456	<456
3	>1061	1061-846	846-630	630-415	<415
4	>1000	1000-792	792-585	585-377	<377
5	>942	942-742	742-543	543-343	<343
6	>887	887-696	696-504	504-312	<312
7	>836	836-652	652-468	468-284	<284
8	>788	788-611	611-435	435-259	<259
9	>742	742-573	573-404	404-235	<235
10	>699	699-538	538-376	376-214	<214
11	>659	659-504	504-350	350-195	<195
12	>621	621-473	473-325	325-177	<177
13	>585	585-444	444-303	303-161	<161
14	>551	551-416	416-282	282-147	<147
15	>519	519-391	391-262	262-134	<134
16	>489	489-367	367-244	244-122	<122
17	>461	461-344	344-227	227-111	<111
18	>434	434-323	323-212	212-101	<101
19	>409	409-303	303-197	197-92	<92
20	>385	385-285	285-184	184-83	<83
21	>363	363-267	267-172	172-76	<76
22	>342	342-251	251-160	160-69	<69
23	>322	322-236	236-149	149-63	<63
24	>304	304-221	221-139	139-57	<57
25	>286	286-208	208-130	130-52	<52
26	>269	269-195	195-121	121-47	<47
27	>254	254-184	184-113	113-43	<43
28	>239	239-173	173-106	106-39	<39
29	>225	225-162	162-99	99-36	<36
30	>212	212-152	152-92	92-32	<32
31	>200	200-143	143-86	86-30	<30
32	>188	188-135	135-81	81-27	<27
33	>178	178-127	127-76	76-24	<24
34	>167	167-119	119-71	71-22	<22
35	>158	158-112	112-66	66-20	<20
36	>148	148-105	105-62	62-18	<18
37	>140	140-99	99-58	58-17	<17
38	>132	132-93	93-54	54-15	<15
39	>124	124-87	87-51	51-14	<14
40	>117	117-82	82-47	47-13	<13

Tableau 7. Classification de la vitalité de l'herbier d'après Charbonnel et al. (2000)

Taux de recouvrement		Pourcentage de rhizomes plagiotropes		Déchaussement	
< 40%	Recouvrement Faible	**< 30%**	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	**<5 cm**	Déchaussement faible
40% à 80%	Recouvrement moyen	**Entre 30% et 70%**	Légère tendance à la progression	**5-15 cm**	Déchaussement moyen
> 80%	Recouvrement Fort	**> 70%**	Nette tendance à la progression	**>15 cm**	Déchaussement fort

Les résultats concernant les mesures effectuées dans les carrés permanents sont synthétisés dans les deux tableaux suivants. Les codes couleurs correspondent aux valeurs de référence citées dans les tableaux précédents.

La **densité des faisceaux** varie entre des valeurs moyennes et excellentes. La valeur moyenne est de 617 ± 116 faisceaux/m².

Le taux de **rhizomes plagiotropes** est toujours faible sauf sur le carré permanent BM-D de la bouée météorologique. Les herbiers peuvent donc être considérés comme dynamiquement stable avec peu ou pas de progression.

Le taux de **déchaussement** des rhizomes est généralement faible. Quelques carrés permanents présentent toutefois des déchaussements atteignant les 12 ou 13 cm (X1-B et X2-A), ce qui témoigne de phénomènes potentiels locaux d'érosion et de déstabilisation des herbiers.

La **compacité de la matte morte**, mesurée au moyen d'un pénétromètre, varie fortement d'une station à l'autre. La valeur moyenne est de 17,8 ± 8.7 cm de pénétration. Les valeurs sont particulièrement élevées au niveau de la bouée météorologique.

Le **taux de recouvrement** des herbiers est moyen à fort sauf sur le carré X-D, où l'herbier est constitué de tâches éparses.

Tableau 7. Synthèse des résultats des mesures prises dans le carré permanent

Carré permanent	Profondeur (m)	Densité nb./m²	Plagiotrope (%)	Déchaussement (cm)	Pénétromètre (cm)	Type de substrat
A1-A	8	588	0	4	13	Sables
A1-B	9	575	0	7	22	Sables
A1-C	9	669	0	3	18	Matte morte
A3-A	8	550	0	8	25	Sables
A3-B	8	706	0	5	5	Matte morte
A4-A	9	625	25	4	20	Sables grossiers
A4-B	10	563	0	0	13	Sables & MM
A5-A	7	925	14	1	20	Sables
A5-B	8	763	13	3	20	Sables
A5-C	9	631	6	2	20	Matte morte
A5-D	8	644	4	1	18	Sables et MM
A6-A	10	831	3	0	25	Sables
A6-B	10	713	13	4	20	Sables grossiers
A6-C	10	594	6	1	17	Sables coquilliers
A6-D	9	744	6	2	15	Matte morte
A7-A	8	519	0	2	20	Sables fins
A7-B	8	481	0	6	17	Sablo-graviers
A7-C	9	481	0	1	18	Matte morte
A7-D	8	500	0	2	20	Sables fins & MM
A8-A	10	475	0	3	14	Sablo-graviers
A8-B	10	719	0	4	16	Sables & MM
A8-C	11	419	0	1	13	Sables fins
A8-D	10	506	0	2	20	Matte morte
A9-A	9	625	0	3	5	Sables coquilliers
A9-B	9	550	0	4	9	Sables coquilliers
A9-C	9	550	0	1	22	Matte morte
A9-D	9	575	0	2	22	Sables fins & MM
B2-A	11	513	0	5	35	Sables grossiers
B2-B	11	613	0	5	28	Matte morte
B5-A	12	575	24	7	22	Sables très grossiers
B5-B	13	631	9	3	23	Sables grossiers
X-A	6	731	0	5	13	Sables fins
X-B	8	713	0	4	23	Sables fins & MM
X-C	8	531	0	3	20	Matte morte
X-D	8	650	0	4	7	Sables fins
X1-A	5	600	1	6	7	Sables fins
X1-B	6	506	0	13	15	Sables fins
X1-C	5	769	0	1	7	Matte morte
X1-D	6	719	0	1	10	Sables fins & MM
X2-A	6	763	0	12	8	Sables fins
X2-B	6	863	0	4	7	Matte morte
X2-C	7	744	0	3	7	Matte morte
BM-A	15	463	15	6	20	Sables grossiers
BM-B	15	556	3	5	47	Sables grossiers
BM-C	15	488	0	8	43	Sables fins et MM
BM-D	13	444	40	6	20	Sables très grossiers
TZN	8	563	0	3	7	Sables fins & MM
TZS	9	669	28	4	20	Sables très grossiers

MM = Matte morte

Tableau 8. Pourcentage de recouvrement des carrés permanents (herbier – matte morte - sédiment)

Carré permanent	Herbier (%)	Matte morte (%)	Sédiment (%)
A1-A	67,7	32,3	0,0
A1-B	59,6	31,6	8,8
A1-C	68,8	24,9	6,3
A3-A	100,0	0,0	0,0
A3-B	92,0	8,0	0,0
A4-A	87,3	11,7	0,9
A4-B	78,1	20,5	1,4
A5-A	67,4	32,6	0,0
A5-B	74,8	25,2	0,0
A5-C	69,8	23,7	6,5
A5-D	72,0	26,7	1,2
A6-A	75,1	24,9	0,0
A6-B	68,3	31,7	0,0
A6-C	83,5	7,3	9,2
A6-D	60,3	39,4	0,3
A7-A	72,9	21,8	5,3
A7-B	93,8	6,2	0,0
A7-C	70,4	28,2	1,3
A7-D	88,3	8,6	3,1
A8-A	72,9	27,1	0,0
A8-B	89,7	10,3	0,0
A8-C	77,6	4,9	17,5
A8-D	53,1	43,8	3,1
A9-A	58,6	40,9	0,5
A9-B	83,9	15,1	1,0
A9-C	55,3	38,2	6,5
A9-D	74,2	23,9	1,9
B2-A	82,0	18,0	0,0
B2-B	70,6	29,4	0,0
B5-A	92,1	7,7	0,3
B5-B	96,6	2,8	0,6
X-A	96,9	2,4	0,7
X-B	86,7	13,3	0,0
X-C	90,3	9,2	0,6
X-D	38,1	0,0	61,9
X1-A	98,5	1,5	0,0
X1-B	97,5	2,5	0,0
X1-C	99,9	0,1	0,0
X1-D	86,7	5,2	8,1
X2-A	84,1	15,9	0,0
X2-B	96,5	3,5	0,0
X2-C	96,0	4,0	0,0
BM-A	100,0	0,0	0,0
BM-B	98,2	1,8	0,0
BM-C	99,8	0,0	0,2
BM-D	99,9	0,0	0,1
TZN	99,8	0,2	0,0
TZS	88,2	11,8	0,0

X-D : recouvrement faible à cause de la taille limité des taches d'herbier.

3.3.2. Résultat des prélèvements de matte morte et de sédiments

3.3.2.1. La matte morte

Les résultats des analyses sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 9. Teneurs en eau et en matière organique dans la matte morte

Station	Matière Sèche (%)	Teneur en eau (1- MM, %)	Matière organique (%)
A1-a	42,3	57,7	18,1
A1-b	46,0	54,0	12,7
A1-c	29,3	70,7	25,4
A3-a	40,2	59,8	15,1
A3-b	20,8	79,2	45,3
A4-a	40,6	59,4	17,4
A4-b	36,5	63,5	14,3
A5-a	46,4	53,6	14,5
A5-b	44,8	55,2	14,3
A5-c	44,9	55,1	14,5
A5-d	45,9	54,1	10,4
A6-a	35,7	64,3	20,5
A6-b	40,0	60,0	17,9
A6-c	39,7	60,3	15,0
A6-d	37,5	62,5	15,6
A7-a	36,5	63,5	15,9
A7-b	32,3	67,7	22,9
A7-c	33,6	66,4	19,0
A7-d	32,6	67,4	17,4
A8-a	67,1	32,9	5,2
A8-b	47,6	52,4	12,4
A8-c	32,0	68,0	21,1
A8-d	24,8	75,2	26,6
A9-a	36,4	63,6	19,8
A9-b	33,8	66,2	20,4
A9-c	42,4	57,6	10,3
A9-d	27,3	72,7	21,7
B2-a	31,7	68,3	23,2
B2-b	26,3	73,7	29,8
B5-a	50,7	49,3	9,7
B5-b	30,8	69,2	22,4
X-a	23,4	76,6	36,6
X-b	31,8	68,2	17,5
X-c	31,0	69,0	22,3
X-d	31,2	68,8	24,3
X1-a	39,8	60,2	20,0
X1-b	34,5	65,5	21,9
X1-c	21,5	78,5	45,9
X1-d	25,2	74,8	32,6
X2-a	41,9	58,1	16,9
X2-b	32,5	67,5	24,7
X2-c	32,1	67,9	22,4

Les teneurs en eau dans les prélèvements de matte morte sont élevés : toujours supérieures à 50% et en moyenne de 63,8 ± 8.9 % (figure suivante).

Les valeurs de pertes au feu (matière organique) sont en moyenne de 20,3 ± 8,4 %, ce qui est relativement élevé mais cohérent puisque le matériel est essentiellement composé de matte morte, donc d'origine organique, mélangé à des dépôts sédimentaires. Les valeurs varient toutefois assez fortement d'une station à l'autres (figure suivante).

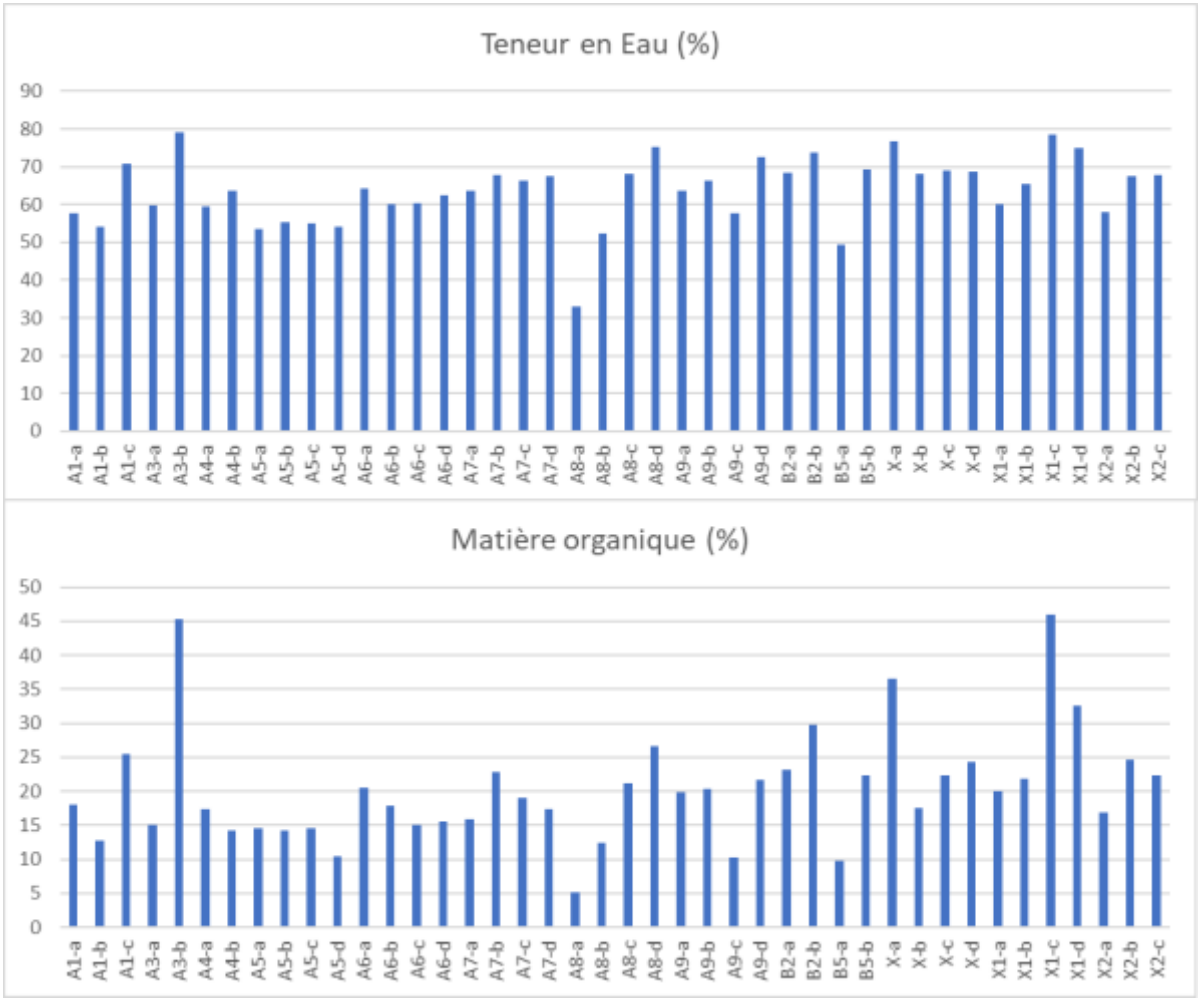


Figure 8. Valeurs de teneurs en eau et de matière organique dans les carrés permanents

Ces résultats sont également cohérents avec les valeurs importantes de teneur en eau. On trouve d'ailleurs une relation étroite entre les deux paramètres (relation exponentielle entre la teneur en eau et la teneur en matière organique) (figure suivante).

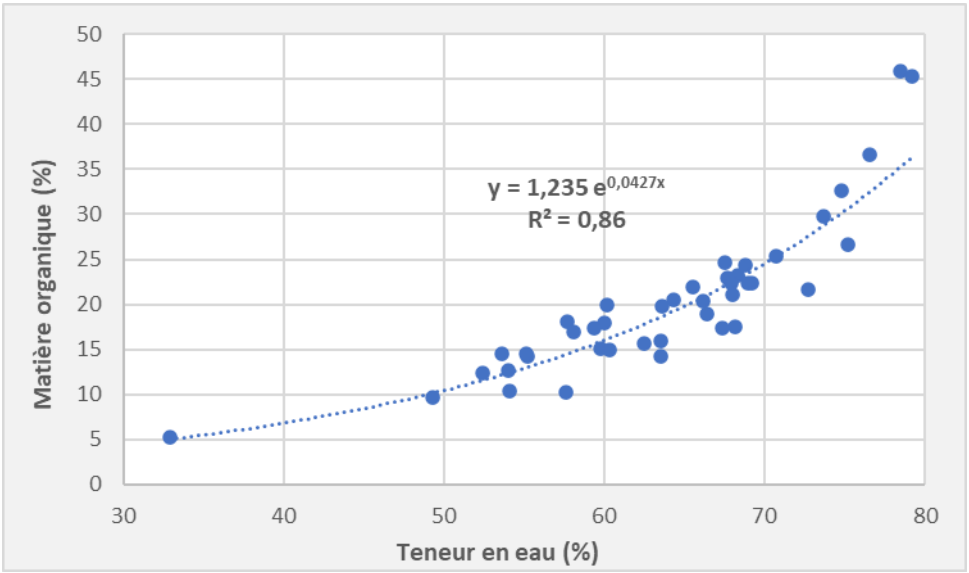


Figure 9. Corrélation entre la teneur en eau et la teneur en matière organique

3.3.2.2. La granulométrie

Les analyses granulométriques sur les 8 stations échantillonnées indiquent la dominance de sables grossiers très bien classés, sauf sur les stations X et X1 (Tableau suivant).

Sur la station X, on trouve des sables mixtes moyens à grossiers et sur la station X1, le sédiment est composé de sables fins à moyens (d'après la classification granulométrique de Migniot (1987) - Tableau 11).

Tableau 10. Granulométrique des sédiments sur 8 stations

Fraction (%)	A4	A5	A6	A7	A9	B5	X	X1
> 2mm	2,5	<0,1	0,5	3,4	14,3	14,2	1,9	0,2
0,5-2 mm	81,0	75,8	92,3	81,6	77,6	83,2	43,2	1,6
315-500 µm	13,8	22,4	4,8	13,7	5,2	0,2	43,4	15,5
200-315 µm	0,7	0,4	0,3	0,3	1,3	<0,1	6,9	51,8
160-200 µm	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	<0,1	0,3	19,7
63-160 µm	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,2	0,1	9,0
50-63 µm	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<50 µm	1,8	1,2	1,6	0,4	1,3	2,1	4,2	2,3

Tableau 11. Classification granulométrique (Migniot, 1987)

Classe	Diamètre des grains
Colloïdes	< 0.12 µm
Précolloïdes	0.12 – 4 µm
Silts	4 – 64 µm
Sables très fins	64 – 125 µm
Sables fins	125 – 250 µm
Sables moyens	250 – 500 µm
Sables grossiers	500 – 1 000 µm
Sables très grossiers	1 – 2 mm
Graviers	2 – 20 mm
Galets	20 – 200 mm
Blocs	≤ 200 mm

4. Particularités

Deux sites particuliers méritent d'être signalés :

- Sur le site B2, les fonds sont caractérisés par un substrat très original qui mérite d'être souligné : ils sont tapissés de pelotes de posidonies (Aegagropiles) qui recouvrent entièrement le sables à perte de vue.

Figure 10. Vue des pelotes de posidonies sur le site B2

- Sur le site A5, des posidonies ont été arrachées sur une grande surface et s'entassent formant une épaisse couche de posidonies en échouage

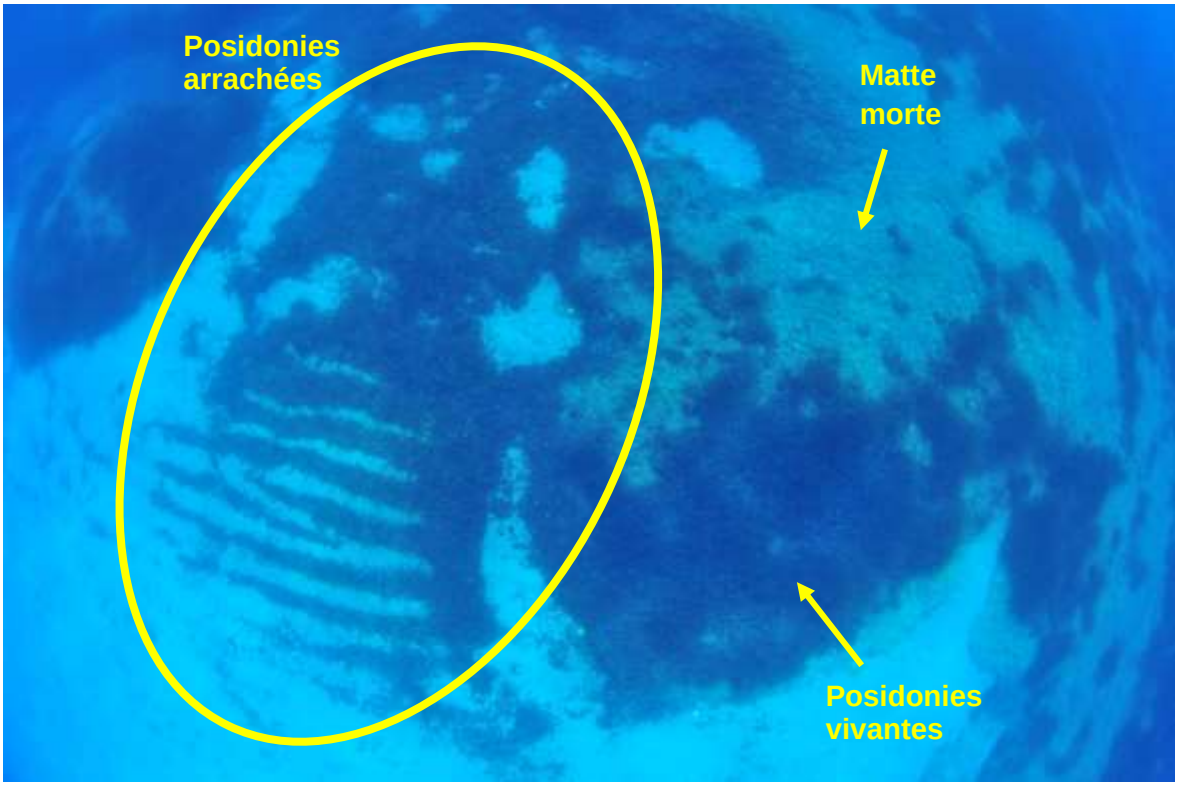


Figure 11. Vue globale des fonds sur le site A5

Annexe 7. Etat initial de la qualité de l'eau et des sédiments – Creocean, juillet 2023

Etat initial avant mise en service de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza

Résultats de la première campagne

JUILLET 2023

MARINA BONIFACIO

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : Marina Bonifacio

COORDONNÉES	
INTERLOCUTEUR	**Monsieur MALLARONI Michel** Tél. : 04 95 73 10 07 E-mail : directeur@bonifaciomarina.com

CREOCEAN AGENCE PACA CORSE

COORDONNÉES	Valparc – Bât. B 230 avenue de Rome 83500 LA SEYNE SUR MER Tél. + 33 (0)4 98 00 25 80 E-mail : pacacorse@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	**Madame MANCEAU Mélusine** Tél. : 07 88 92 18 76 E-mail : melusine.manceau@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Etat initial avant mise en service de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza** **Résultats de la première campagne**
NOMBRE DE PAGES TOTAL	22
NOMBRE D'ANNEXES	2

VERSION

REFERENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
230646	V0	27/06/2023	Mélusine Manceau	Marie Duflos
230646	V1	03/07/2023	Mélusine Manceau	Marie Duflos

Sommaire

Contexte 3
1. Matériel et méthodes 3
1.1. Plan d'échantillonnage 3
1.2. Méthode de prélèvement 4
1.2.1. Prélèvement d'eau 4
1.2.2. Prélèvement de sédiment 4
1.3. Analyses effectuées 4
1.4. Traitement de la donnée 6
1.4.1. Qualité de l'eau 6
1.4.2. Qualité des sédiments 6
2. Résultats 8
2.1. Qualité de l'eau 8
2.1.1. Paramètre physico-chimique 8
2.1.2. Bactériologie 8
2.1.3. Nutriments 9
2.1.4. Indice hydrocarbure 9
2.2. Qualité des sédiments 9
2.2.1. Eléments trace métalliques 10
2.2.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques 10
2.2.3. Polychlorobiphényles 11
2.2.4. Tributylétain et dérivés 11
3. Conclusion 11
4. Annexes 12

Liste des figures

Figure 1. Plan d'échantillonnage de l'eau et des sédiments..... 3

Figure 2 : Prélèvement au carottier manuel sur la face sud du corps-mort..... 4

Figure 3 : Aspect des sédiments des 2 stations (S1 à gauche et S2 à droite)..... 9

Liste des tableaux

Tableau I. Analyses effectuées sur l'eau et les sédiments 5

Tableau II. Référentiel eaux de baignade pour la bactériologie (UFC : Unité Formant Colonie) .. 6

Tableau III. Référentiel du bon état des eaux littorales et côtières 6

Tableau IV. Tableau de référence pour les contaminants 7

Tableau V. Paramètres physico-chimiques dans l'eau 8

Tableau VI. Concentration en bactériologie dans l'eau (/100 ml) 8

Tableau VII. Concentration en nutriment dans l'eau (mg/L) 9

Tableau VIII. Concentration de l'indice hydrocarbure dans l'eau (mg/L) 9

Tableau IX. Concentration en éléments trace métallique dans les sédiments (mg/kg MS) 10

Tableau X. Concentration en HAP dans les sédiments (µg/kg MS) 10

Tableau XI. Concentration en PCB dans les sédiments (µg/kg MS) 11

Tableau XII. Concentration en tributylétain et dérivés dans les sédiments (µg/kg MS) 11

Liste des annexes

Annexe 1 : Résultats bruts des analyses d'eau 12

Annexe 2 : Résultatls bruts des analyses de sédiments 13

Contexte

Dans le cadre de l'autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime n°2A 053100001 du 4 juin 2021, pour la mise en place et l'exploitation de la zone de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) de Sant'Amanza, la direction de la mer et du littoral de Corse (DMLC) demande un suivi du milieu marin au niveau de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza. La capitainerie de Bonifacio a fait appel à CREOCEAN pour réaliser ce suivi.

Ce rapport présente les résultats de la première campagne, réalisée avant l'ouverture de la ZMEL grande plaisance aux plaisanciers.

1. Matériel et méthodes

1.1. Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage a été défini selon les préconisations de la DMLC, à savoir un point de prélèvement par ZMEL. Il a été choisi de placer ces points au niveau des coffres situés au centre de chaque zone de mouillage, afin d'avoir des résultats les plus représentatifs possible.

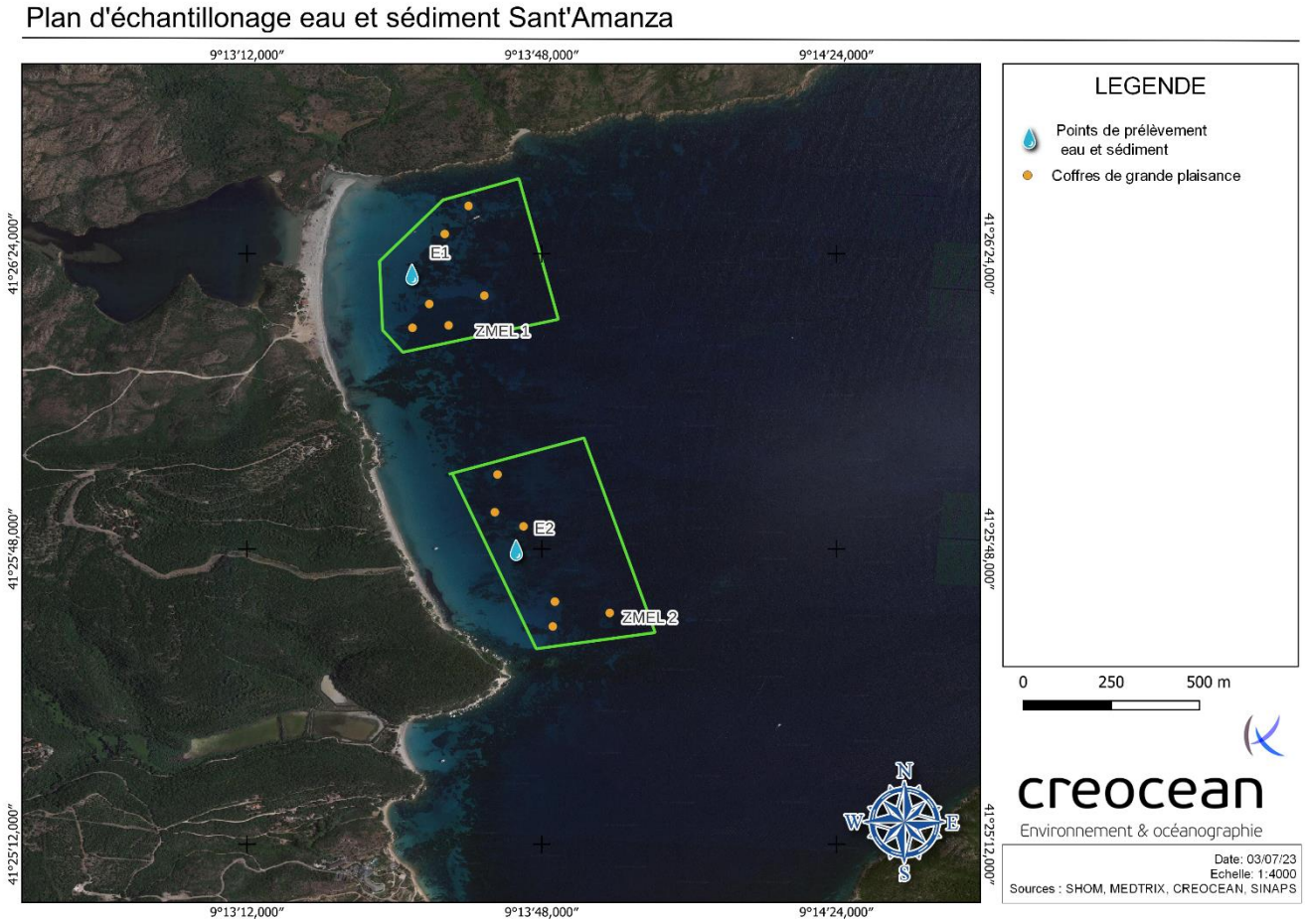


Figure 1. Plan d'échantillonnage de l'eau et des sédiments

1.2. Méthode de prélèvement

La campagne initiale de prélèvement s'est déroulée le 06/06/2023, avec le soutien technique de la capitainerie du port de Bonifacio.

1.2.1. Prélèvement d'eau

Les prélèvements d'eau ont été réalisés en subsurface dans chaque zone de mouillage. Ils ont été réalisés directement au flacon, en prenant soin d'ouvrir et de fermer le flacon sous l'eau afin de ne pas prélever la couche lipidique de surface souvent peu représentative de la masse d'eau. Ce protocole a été mis en place afin qu'il soit facilement reproductible par les équipes de la capitainerie qui réaliseront les prochaines campagnes. Pour une meilleure comparabilité des résultats entre les campagnes, le choix a été fait de ne pas prélever à l'aide d'une bouteille Niskin lors de cette première campagne.

1.2.2. Prélèvement de sédiment

Les sédiments ont été prélevés au carottier manuel de 12 cm de diamètre et 20 cm de profondeur, par une équipe de plongeur scientifique. Les prélèvements ont été systématiquement effectués sur la face sud des corps-morts.

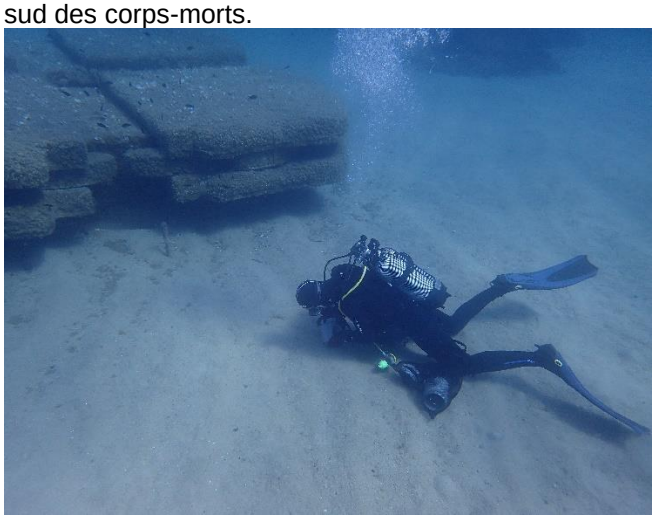


Figure 2 : Prélèvement au carottier manuel sur la face sud du corps-mort

A chaque point de prélèvement, trois réplicas ont été réalisés et ensuite mélangés en un échantillon moyen en surface. C'est cet échantillon moyen qui a été conditionné et envoyé au laboratoire. Les échantillons ont été gardés au frais dans des glacières et emmenés à Ajaccio pour une expédition le soir même vers le laboratoire.

1.3. Analyses effectuées

Les paramètres analysés ont été sélectionnés par les services de l'état dans le cadre de l'AOT transmis par le client. Les différentes analyses sont disponibles dans le tableau ci-dessous.

Tableau I. Analyses effectuées sur l'eau et les sédiments

Matrice	Paramètre	Unité	Méthode
Eau	Salinité	PSU	Sonde VuSitu
	Température	°C	Sonde VuSitu
	Turbidité	NTU	Sonde VuSitu
	Oxygène dissous	mg/L	Sonde VuSitu
	Escherichia coli (microplaque)	/100 ml	NF EN ISO 9308-3
	Entérocoques intestinaux (Microplaque)	/100 ml	NF EN ISO 7899-1
	Nitrate	µmol/l	MI : POTA/FT92
	Orthophosphates	µmol/l	MI : CHR/MO17
	Ammonium	µmol/l	MI : POTA/FT16
	Indice Hydrocarbure	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID
Sédiment	Cadmium	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Chrome	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Cuivre	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Mercure	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04
	Plomb	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Zinc	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Arsenic	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Matière sèche	% m.brute	NF EN 12880
	Acénaphtène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Acénaphthylène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Anthracène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(a)pyrène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(b)fluoranthène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(a)anthracène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(g,h,i)pérylène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(k)fluoranthène	µg/kg de M.S.	MI: MAO/MO43 en GC-MS
	Chrysène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Fluoranthène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Fluorène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Naphtalène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Phénanthrène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Pyrène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Somme des HPA	µg/kg de M.S.	Calcul
	PCB 101	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 118	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 138	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 153	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 180	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 28	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 52	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Somme des PCB	µg/kg de M.S.	Calcul
	Dibutylétain cation	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD
	Monobutylétain cation	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD
	Tributylétain cation	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD

1.4. Traitement de la donnée

1.4.1. Qualité de l'eau

En l'absence de campagne précédente, les résultats ont été comparés aux valeurs seuils existantes, notamment celles de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) définissant la qualité des masses d'eaux littorales et les valeurs de référence de la qualité des eaux de baignade (ARS).

Pour *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux, des seuils bactériologiques ont été définis par l'Instruction Ministérielle DGS/EA4 no 2013-247 du 18 juin 2013. Décret 2008-990 modifié par instruction de juin 2013.

Tableau II. Référentiel eaux de baignade pour la bactériologie (UFC : Unité Formant Colonie)

Paramètres	Unité	Qualité bonne	Qualité moyenne	Qualité mauvaise
Escherichia coli	UFC/100mL	100	1000	15000
Entérocoques	UFC/100mL	100	370	1000

Pour les nitrites, l'ammonium et le phosphore les valeurs seuils utilisées sont celles éditées par la directive-cadre sur l'eau, le 23 octobre 2000, dans la « note relative à la définition du bon état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition), en application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000, à la fin du premier exercice d'inter calibration européen (juillet 2007) ». Les valeurs sont dans le Tableau III.

Tableau III. Référentiel du bon état des eaux littorales et côtières

Seuil	Nitrate (NO3) (mg/L)	Ammonium (mg/L)	Orthophosphate (PO4) (mg/L)
Très bon	***≤ 10***	***< 0,5***	***≤ 0,03***
Bon	***< 50***		***]0,03-0,1]***
Moyen	*****	***> 0,5***	***]0,1-0,14]***
Médiocre	*****		***]0,14-0,38]***
Mauvais	*****		***> 0,38***

1.4.2. Qualité des sédiments

L'interprétation des concentrations en métaux, HAP, PCB et TBT dans le sédiment s'appuie sur :

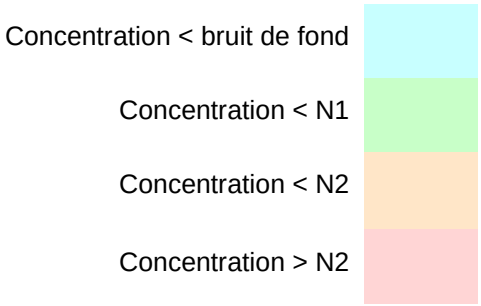
- Les valeurs de **bruit de fond** proposées dans le cadre du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM), (Andral et al. 2002) et par la convention OSPAR (OSPAR 2009a, b) lorsque celles-ci ne sont pas disponibles dans le RLM ;
- Les valeurs **des seuils N1 et N2** fixés par l'arrêté interministériel du 9 août 2006, définissant la toxicité des sédiments dans le cadre de dragage.

Tableau IV. Tableau de référence pour les contaminants

		Réglementation dragage		Autres valeurs guides	
		Niveaux de référence [3] de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm		Bruits de fond (mg/kg pour métaux et µg/kg pour HAPs & PCBs)	
	Elément	**N1**	**N2**	**BF Méditerranée [1]**	**BF Ospar [2] BC**
Métaux *mg/kg sédiment sec*	Arsenic	25	50		15
	Cadmium	1,2	2,4	0,15	0,2
	Chrome	90	180		60
	Cuivre	45	90	15	20
	Mercure	0,4	0,8	0,05	0,05
	Nickel	37	74		30
	Plomb	100	200	25	25
	Zinc	276	552	90	90
	Argent				
PCB *µg/kg sédiment sec*	PCB totaux	500	1000		
	PCB 28	5	10		0/0,5
	PCB 52	5	10		0/0,5
	PCB 101	10	20		0/0,5
	PCB 118	10	20	0,5	0/0,5
	PCB 138	20	40	0,5	0/0,5
	PCB 153	20	40	0,2	0/0,5
	PCB 180	10	20		0/0,5
TBT *µg/kg sédiment sec*	TBT	100	400	40	
HAP *µg/kg sédiment sec*	Naphtalène	160	1130		5
	Acénaphtène	15	260		
	Acénaphtylène	40	340		
	Fluorène	20	280		85
	Anthracène	85	590		3
	Phénanthrène	240	870		17
	Fluoranthène	600	2850	40	20
	Pyrène	500	1500		13
	Benzo(a)anthracène	260	930		9
	Chrysène	380	1590		11
	Benzo(b)fluoranthène	400	900	200	
	Benzo(k)fluoranthène	200	400	100	
	Benzo(a)pyrène	430	1015	100	15
	Di Benzo (ah)anthracène	60	160		
	Benzo(ghi) pérylène	1700	5650	100	45
	Indeno(123cd) pyrène	1700	5650	100	50

1 Bruits de fond (ou État 1) applicable en Méditerranée (France, 2002)
2 Bruits de fond Ospar « BC » (dans le tableau BC seul ou BC/LC deux valeurs BC et LC pour les PCB) (Ospar, 2009)
3 Niveaux de référence N1 et N2 (France 2006 à 2011)

Les couleurs suivantes seront utilisées dans le rapport afin de permettre une lecture plus visuelle :



2. Résultats

2.1. Qualité de l'eau

2.1.1. Paramètre physico-chimique

La température relevée sur site est cohérente avec la température de saison relevée l'année dernière sur la même zone, d'après les données Ifremer. Les variations entre les deux sites peuvent s'expliquer par la variabilité naturelle du milieu.
Les concentrations en oxygène dissous témoignent d'une très bonne qualité de l'eau. La station E2 semble légèrement plus oxygénée que la station E1, ces différences sont cependant faibles et s'expliquent elles aussi par la variabilité naturelle du milieu.
La salinité est la même sur les deux sites, elle est comprise dans la gamme de salinité communément observée en Méditerranée, qui varie entre 38,4 et 41,2 PSU.
La turbidité est importante sur les deux sites par rapport à la moyenne de la zone à cette période d'après l'Ifremer (0,29 NTU). Cependant, le jour de la mission l'eau était claire et les valeurs obtenues par la sonde pourraient être liées à des interférences au niveau du capteur, conduisant à une surestimation des mesures de turbidité.

Tableau V. Paramètres physico-chimiques dans l'eau

	E1	E2
Température (°C)	20,9	20,7
Oxygène dissous (mg/L)	7,44	7,67
Salinité (PSU)	39,1	39,1
Turbidité (NTU)	4,96	5,2

2.1.2. Bactériologie

Les concentrations en bactéries, *E. coli* et entérocoques intestinaux, témoignent d'une bonne qualité de l'eau d'un point de vue bactériologique. La majorité des concentrations sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire, avec un dépassement de cette limite en E2 pour les *E. coli*. La concentration mesurée reste toutefois faible et témoigne d'une bonne qualité de l'eau.

Tableau VI. Concentration en bactériologie dans l'eau (/100 ml)

	E1	E2
Entérocoques intestinaux	<15	<15
Escherichia coli	<15	30

2.1.3. Nutriments

Les concentrations en nutriment sont inférieures à la limite de quantification sur les deux stations pour les trois paramètres étudiés. L'ensemble des concentrations témoigne d'une très bonne qualité de l'eau vis-à-vis des nutriments.

Tableau VII. Concentration en nutriment dans l'eau (mg/L)

	E1	E2
Ammonium *	<0,01	<0,01
Nitrate	<0,10	<0,10
Orthophosphates	<0,02	<0,02

*Le seuil très bon n'existe pas pour l'ammonium

2.1.4. Indice hydrocarbure

Les concentrations en hydrocarbures totaux sont inférieures à la limite de quantification pour les deux stations. Il n'y a pas de contamination aux hydrocarbures sur la zone.

Tableau VIII. Concentration de l'indice hydrocarbure dans l'eau (mg/L)

	E1	E2
Indice Hydrocarbure	<0,05	<0,05

2.2. Qualité des sédiments

Lors des plongées pour prélever les sédiments, les 2 sites montraient des différences importantes. La zone 1 au nord était marquée par une colonisation du corps-mort moins diversifiée. Tandis que le corps-mort investigué dans la zone 2 montrait une plus grande diversité de poissons et d'échinodermes. Le corps-mort de la zone 1 (S1) était aussi recouvert d'algues filamenteuses denses, contrairement au second corps-mort (S2).

La comparaison des sédiments entre les deux stations permet de mettre en évidence une différence de composition importante. En effet le sédiment prélevé en S1 est plus fin, avec moins de débris tandis que le sédiment prélevé en S2 est plus grossier et présente de nombreux débris coquillier. Ces différences avaient déjà été observées lors de l'étude menée en 2021 avant l'installation des coffres.

Figure 3 : Aspect des sédiments des 2 stations (S1 à gauche et S2 à droite)

2.2.1. Eléments trace métalliques

Les concentrations en éléments traces métalliques sont inférieures au bruit de fond géochimique méditerranéen pour les éléments en possédant un. Pour les deux éléments dont le bruit de fond géochimique n'a pas été défini en Méditerranée, les concentrations sont largement inférieures au bruit de fond géochimique OSPAR. L'ensemble des concentrations mesurées sont largement inférieures au seuil réglementaire N1.

Tableau IX. Concentration en éléments trace métallique dans les sédiments (mg/kg MS)

	S1	S2
Arsenic *	1,55	2,4
Cadmium	<0,1	<0,1
Chrome *	2,32	0,855
Cuivre	0,574	0,338
Mercure	<0,01	<0,01
Plomb	1,07	1,1
Zinc	4,56	2,93

*Comparé au bruit de fond géochimique OSPAR, car aucun bruit de fond n'a été défini pour ces éléments en Méditerranée.

2.2.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques

L'ensemble des concentrations en HAP mesurées dans le sédiment des deux stations est inférieur à la limite de quantification du laboratoire. De fait, tous les congénères présentent des concentrations largement inférieures au seuil réglementaire N1. Et ceux pour lesquels le bruit de fond a été défini en Méditerranée, présentent aussi des concentrations très inférieures à ce bruit de fond géochimique.

Tableau X. Concentration en HAP dans les sédiments (µg/kg MS)

	S1	S2
Acénaphtène	<10	<10
Acénaphthylène	<10	<10
Anthracène	<10	<10
Benzo(a)anthracène	<10	<10
Benzo(a)pyrène *	<10	<10
Benzo(b)fluoranthène *	<10	<10
Benzo(g,h,i)perylene *	<10	<10
Benzo(k)fluoranthène *	<10	<10
Chrysène	<10	<10
Dibenzo(a,h)anthracène	<10	<10
Fluoranthène *	<10	<10
Fluorène	<10	<10
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène *	<10	<10
Naphtalène	<10	<10
Phénanthrène	<10	<10
Pyrène	<10	<10
Somme des HAP	<160	<160

*Seuls congénères pour lesquels le bruit de fond géochimique a été défini en Méditerranée

2.2.3. Polychlorobiphényles

L'intégralité des concentrations en PCB sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire et largement inférieures au seuil réglementaire N1. La limite de quantification étant supérieure au bruit de fond géochimique mesuré en méditerranée, il n'est pas possible de conclure quant au dépassement éventuel de ce bruit de fond.

Tableau XI. Concentration en PCB dans les sédiments (µg/kg MS)

	S1	S2
PCB 101	<1	<1
PCB 118	<1	<1
PCB 138	<1	<1
PCB 153	<1	<1
PCB 180	<1	<1
PCB 28	<1	<1
PCB 52	<1	<1
Somme des PCB	<7	<7

2.2.4. Tributylétain et dérivés

Les concentrations en tributylétain, monobutylétain et dibutylétain sont toutes inférieures à la limite de quantification du laboratoire. Le tributylétain est le seul composé pour lequel un bruit de fond géochimique a été défini en Méditerranée, les concentrations mesurées sont largement inférieures à ce bruit de fond. Aucun marquage au TBT et ses dérivés n'est observé sur cette zone.

Tableau XII. Concentration en tributylétain et dérivés dans les sédiments (µg/kg MS)

	S1	S2
Tributylétain cation	<20	<20
Monobutylétain cation	<20	<20
Dibutylétain cation	<20	<20

3. Conclusion

Les résultats de la première campagne montrent une zone non soumise à la pollution, aucun marquage n'est observé sur aucun des compartiments étudiés. La matrice sédimentaire de la zone située la plus au nord est légèrement plus chargée en éléments trace métallique ce qui peut être mis en lien avec la présence de l'étang de Balistra, qui se jette en mer au nord de la ZMEL 1. Les analyses mettent en évidence une eau de très bonne qualité sur l'ensemble des deux zones.

4. Annexes

ANNEXE 1 : RESULTATS BRUTS DES ANALYSES D'EAU

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297071
N° de Dossier 997372
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
eau saline 1

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023 à 11:00

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Marie CAVALLI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Alexia CHASSEUR

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction *Date de mise en analyse : 07/06/2023*	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	<15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 08/06/2023 à 21:26*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 16:37*	<0,211	µmol/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 17:08*	<0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297071
N° de Dossier	997372
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des délais recommandés.
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 19/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297071
N° de Dossier 997373
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
eau saline 2

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Marie CAVALLI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Alexia CHASSEUR

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction *Date de mise en analyse : 07/06/2023*	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	30	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 08/06/2023 à 21:41*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 16:40*	<0,211	µmol/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 17:08*	<0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297071
N° de Dossier	997373
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des délais recommandés.
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 19/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

ANNEXE 2 : RESULTATLS BRUTS DES ANALYSES DE SEDIMENTS

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997375
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/3

Echantillon :
sédiment 1

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Sédiments marins

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023 à 11:00

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : C. MARQUASSUZAA - Marie CAVALLI - Severine LAFFONT

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Pré-traitement de l'échantillon				
Prétraitement *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Paramètres physicochimiques:Elimination des corps étrangers, tamisage à 2mm. Séchage (<40°C à l'étuve) et broyage à 250 µm) (PREP/FT01). Refus: 84 %			C* L
Préparation *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Polluants organiques: Tamisage <2 mm, lyophilisation, broyage, Tamisage 250 µm (PREP/FT01)-Refus: 84 %			C* L
Traitement sur échantillon avant analyse				
Minéralisation *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	Mise en solution à 103°C en milieu fermé par attaque avec un mélange HCl/HNO3/H2O2 (MAM/MO03)			L
Extraction *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Extraction et dérivation liquide/liquide avec le tétraéthylborate de sodium (MAO/MO03 en GC/PFPD)			L
Preparation (MAO/MO43) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO43 GC-MS).			L
Préparation (MAO/MO49) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO49 GC/MS²)			L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Métaux				
Cadmium *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	< 0,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Chrome *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	2,32	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997375
N° Echantillon : 1

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Métaux (suite)				
Cuivre *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	0,574	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Mercure *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	<0,01	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04	C* L
Plomb *Date de mise en analyse : 13/06/2023*	1,07	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Zinc *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	4,56	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Produits minéraux				
Arsenic *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	1,55	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
PARAMETRES GLOBAUX				
Paramètres globaux				
Matière sèche *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	80,1	% m.brute	NF EN 12880	C* L
COMPOSES ORGANIQUES DIVERS				
Hydrocarbures Poly-Aromatiques (HPA)				
Acénaphtène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Acénaphthylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(b)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(g,h,i)pérylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(k)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI: MAO/MO43 en GC-MS	C* L
Chrysène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Dibenzo(a,h)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluorène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Naphtalène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Phénanthrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des HPA	< 160	µg/kg de M.S.	Calcul	L
PolyChloro Biphényls (PCB)				
PCB 101	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 118	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 138	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 153	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 180	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 28	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 52	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des PCB	< 7	µg/kg de M.S.	Calcul	L
Produits organiques divers				
Dibutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Monobutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Tributylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297073
N° de Dossier	997375
N° Echantillon :	1
Page N°:	3/3

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 26/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997376
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/3

Echantillon :
sédiment 2

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Sédiments marins

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023 à 11:00

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : C. MARQUASSUZAA - Marie CAVALLI - Severine LAFFONT

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Pré-traitement de l'échantillon				
Prétraitement *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Paramètres physicochimiques:Elimination des corps étrangers, tamisage à 2mm. Séchage (<40°C à l'étuve) et broyage à 250 µm) (PREP/FT01). Refus: 83,3%			C* L
Préparation *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Polluants organiques: Tamisage <2 mm, lyophilisation, broyage, Tamisage 250 µm (PREP/FT01)-Refus: 83,3 %			C* L
Traitement sur échantillon avant analyse				
Minéralisation *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	Mise en solution à 103°C en milieu fermé par attaque avec un mélange HCl/HNO3/H2O2 (MAM/MO03)			L
Extraction *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Extraction et dérivation liquide/liquide avec le tétraéthylborate de sodium (MAO/MO03 en GC/PFPD)			L
Preparation (MAO/MO43) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO43 GC-MS).			L
Préparation (MAO/MO49) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO49 GC/MS²)			L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Métaux				
Cadmium *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	< 0,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Chrome *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	0,855	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997376
N° Echantillon : 1

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Métaux (suite)				
Cuivre *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	0,338	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Mercure *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	<0,01	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04	C* L
Plomb *Date de mise en analyse : 12/06/2023*	1,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Zinc *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	2,93	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Produits minéraux				
Arsenic *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	2,4	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
PARAMETRES GLOBAUX				
Paramètres globaux				
Matière sèche *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	84,4	% m.brute	NF EN 12880	C* L
COMPOSES ORGANIQUES DIVERS				
Hydrocarbures Poly-Aromatiques (HPA)				
Acénaphtène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Acénaphthylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(b)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(g,h,i)pérylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(k)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI: MAO/MO43 en GC-MS	C* L
Chrysène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Dibenzo(a,h)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluorène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Naphtalène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Phénanthrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des HPA	< 160	µg/kg de M.S.	Calcul	L
PolyChloro Biphényls (PCB)				
PCB 101	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 118	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 138	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 153	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 180	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 28	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 52	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des PCB	< 7	µg/kg de M.S.	Calcul	L
Produits organiques divers				
Dibutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Monobutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Tributylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297073
N° de Dossier	997376
N° Echantillon :	1
Page N°:	3/3

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 26/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

www.creocean.fr

creocean
Environnement & océanographie

GROUPE KERAN

Annexe 8. Suivi du milieu de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza – Résultats du suivi 2023 – Creocean, janvier 2024

Suivi du milieu de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza

Résultats du suivi 2023

JANVIER 2024

MARINA BONIFACIO

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : Marina Bonifacio

COORDONNÉES	
INTERLOCUTEUR	**Monsieur MALLARONI Michel** Tél. : 04 95 73 10 07 E-mail : directeur@bonifaciomarina.com

CREOCEAN AGENCE PACA CORSE

COORDONNÉES	Valparc – Bât. B 230 avenue de Rome 83500 LA SEYNE-SUR-MER Tél. + 33 (0)4 98 00 25 80 E-mail : pacacorse@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	**Madame MANCEAU Mélusine** Tél. : 07 88 92 18 76 E-mail : melusine.manceau@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Suivi du milieu de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza** **Résultats du suivi 2023**
NOMBRE DE PAGES HORS ANNEXES	12
NOMBRE D'ANNEXES	2

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
230646	V1	24/01/2024	Mélusine Manceau	Jules Kleitz Romain Legras

Sommaire

Contexte 1

1. Matériel et méthodes 1

1.1. Plan d'échantillonnage et planning 1

1.2. Méthode de prélèvement 2

1.2.1. Prélèvement d'eau 2

1.2.2. Prélèvement de sédiment 2

1.3. Analyses effectuées 3

1.4. Traitement de la donnée 4

1.4.1. Qualité de l'eau 4

1.4.2. Qualité des sédiments 4

2. Résultats 6

2.1. Qualité de l'eau 6

2.1.1. Paramètre physico-chimique 6

2.1.2. Bactériologie 7

2.1.3. Nutriments 7

2.1.4. Indice hydrocarbure 8

2.2. Qualité des sédiments 8

2.2.1. Éléments trace métalliques 9

2.2.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) 10

2.2.3. Polychlorobiphényles (PCB) 11

2.2.4. Tributylétain et dérivés 11

3. Conclusion 12

4. Annexes 13

Liste des figures

Figure 1. Plan d'échantillonnage de l'eau et des sédiments 1

Figure 2 : Prélèvement au carottier manuel sur la face sud du corps-mort 2

Figure 3 : Aspect des sédiments des 2 stations (S1 à gauche et S2 à droite) 8

Liste des tableaux

Tableau I : Déroulés des missions terrain du suivi 2023 2

Tableau II. Analyses effectuées sur l'eau et les sédiments 3

Tableau III. Référentiel eaux de baignade pour la bactériologie (UFC : Unité Formant Colonie) . 4

Tableau IV. Référentiel du bon état des eaux littorales et côtières..... 4

Tableau V. Tableau de référence pour les contaminants dans le sédiment 5

Tableau VI. Paramètres physico-chimiques dans l'eau..... 6

Tableau VII. Concentration en bactériologie dans l'eau (/100 ml) 7

Tableau VIII. Concentration en nutriment dans l'eau (mg/L)..... 7

Tableau IX. Concentration de l'indice hydrocarbure dans l'eau (mg/L)..... 8

Tableau X. Concentration en éléments trace métalliques dans les sédiments (mg/kg MS)..... 9

Tableau XI. Concentration en HAP dans les sédiments (µg/kg MS) 10

Tableau XII. Concentration en PCB dans les sédiments (µg/kg MS) 11

Tableau XIII. Concentration en tributylétain et dérivés dans les sédiments (µg/kg MS) 11

Liste des annexes

Annexe 1 : Résultats bruts des analyses d'eau 13

Annexe 2 : Résultatls bruts des analyses de sédiments 14

Contexte

Dans le cadre de l'autorisation d'occupation temporaire du Domaine Public Maritime n°2A 053100001 du 4 juin 2021, pour la mise en place et l'exploitation de la zone de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) de Sant'Amanza, la Direction de la Mer et du Littoral de Corse (DMLC) demande un suivi du milieu marin au niveau de la ZMEL grande plaisance de Sant'Amanza. La capitainerie de Bonifacio a fait appel à CREOCEAN pour réaliser ce suivi.

Ce rapport présente les résultats de toutes les campagnes réalisées cette année, selon le suivi préconisé par la DMLC.

1. Matériel et méthodes

1.1. Plan d'échantillonnage et planning

Le plan d'échantillonnage a été défini selon les préconisations de la DMLC, à savoir un point de prélèvement par ZMEL. Il a été choisi de placer ces points au niveau des coffres situés au centre de chaque zone de mouillage, afin d'avoir des résultats les plus représentatifs possibles.

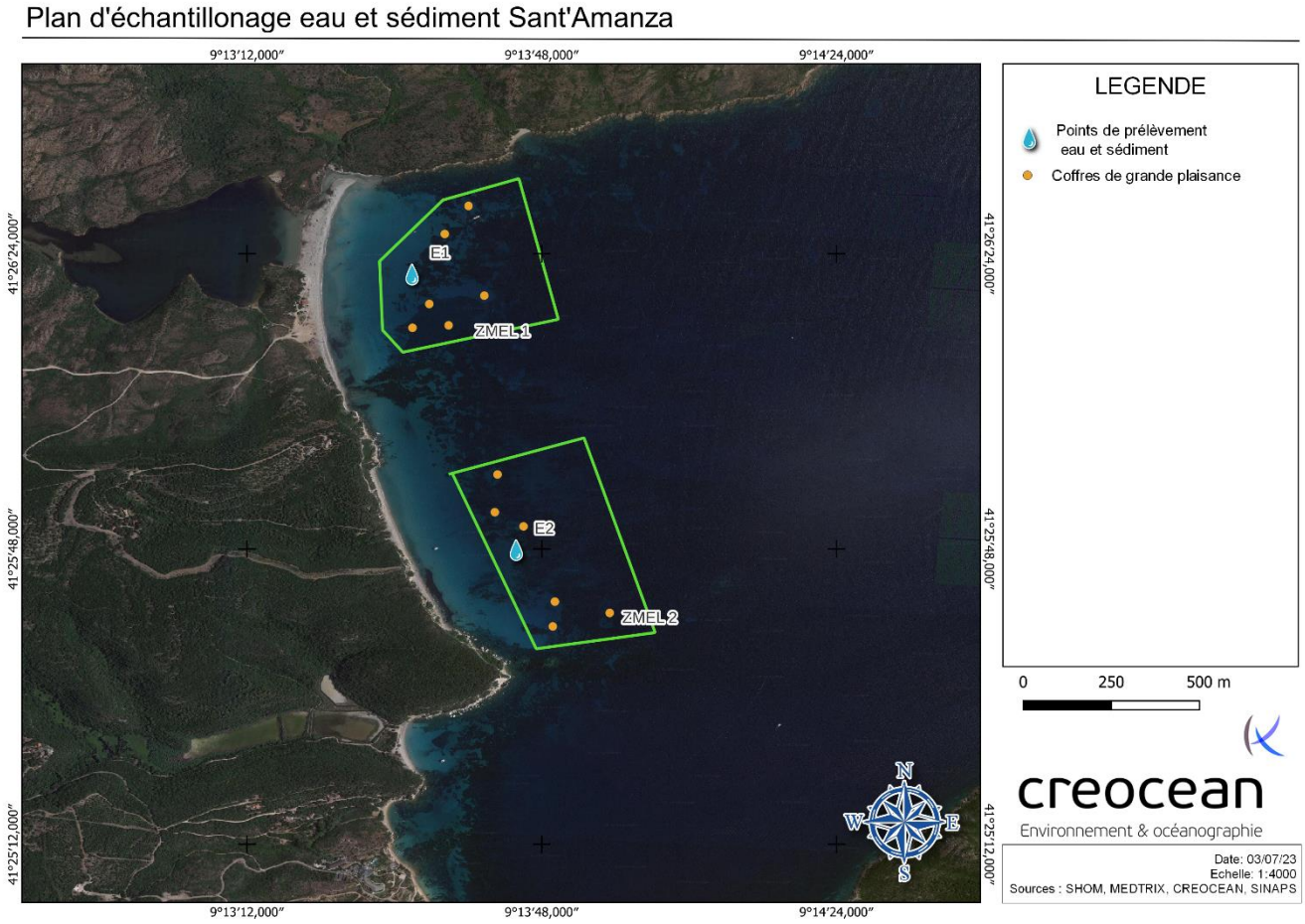


Figure 1. Plan d'échantillonnage de l'eau et des sédiments

Les campagnes de prélèvements d'eaux et de sédiments ont été réalisées par la capitainerie de Bonifacio, à l'exception de la première campagne le 06/06/2023, réalisée par CREOCEAN. Le tableau ci-dessous reprend les missions effectuées durant la période d'utilisation de la ZMEL.

Tableau I : Déroulés des missions terrain du suivi 2023

Type de campagne	Réalisation	Date
Eau et sédiment	CREOCEAN	06/06/2023
Eau	Capitainerie de Bonifacio	18/08/2023
Eau	Capitainerie de Bonifacio	07/09/2023
Eau	Capitainerie de Bonifacio	09/10/2023
Sédiment	Capitainerie de Bonifacio	19/12/2023

1.2. Méthode de prélèvement

1.2.1. Prélèvement d'eau

Les prélèvements d'eau ont été réalisés en subsurface dans chaque zone de mouillage. Ils ont été réalisés directement au flacon, en prenant soin d'ouvrir et de fermer le flacon sous l'eau afin de ne pas prélever la couche lipidique de surface souvent peu représentative de la masse d'eau. Ce protocole a été mis en place afin qu'il soit facilement reproductible par les équipes de la capitainerie qui ont réalisé les campagnes durant l'été. Pour une meilleure comparabilité des résultats entre les campagnes, le choix a été fait de ne pas prélever à l'aide d'une bouteille Niskin lors de la première campagne.

1.2.2. Prélèvement de sédiment

Les sédiments ont été prélevés au carottier manuel de 12 cm de diamètre et 20 cm de profondeur, par une équipe de plongeurs scientifique. Les prélèvements ont été systématiquement effectués sur la face sud des corps-morts.

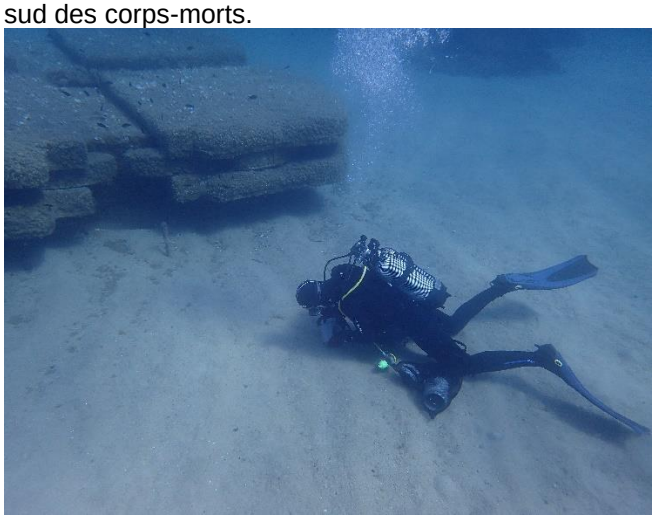


Figure 2 : Prélèvement au carottier manuel sur la face sud du corps-mort

À chaque point de prélèvement, trois réplicas ont été réalisés et ensuite mélangés en un échantillon moyen en surface. C'est cet échantillon moyen qui a été conditionné et envoyé au laboratoire. Les échantillons ont été gardés au frais dans des glacières et emmenés à Ajaccio pour une expédition le soir même vers le laboratoire.

1.3. Analyses effectuées

Les paramètres analysés ont été sélectionnés par les services de l'état dans le cadre de l'AOT transmis par le client. Les différentes analyses sont disponibles dans le tableau ci-dessous.

Tableau II. Analyses effectuées sur l'eau et les sédiments

Matrice	Paramètre	Unité	Méthode
Eau	Salinité	PSU	Sonde VuSitu
	Température	°C	Sonde VuSitu
	Turbidité	NTU	Sonde VuSitu
	Oxygène dissous	mg/L	Sonde VuSitu
	Escherichia coli (microplaque)	/100 ml	NF EN ISO 9308-3
	Entérocoques intestinaux (Microplaque)	/100 ml	NF EN ISO 7899-1
	Nitrate	µmol/l	MI : POTA/FT92
	Orthophosphates	µmol/l	MI : CHR/MO17
	Ammonium	µmol/l	MI : POTA/FT16
	Indice Hydrocarbure	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID
Sédiment	Cadmium	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Chrome	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Cuivre	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Mercure	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04
	Plomb	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Zinc	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Arsenic	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01
	Matière sèche	% m.brute	NF EN 12880
	Acénaphtène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Acénaphthylène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Anthracène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(a)pyrène	µg/kg de MS	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(b)fluoranthène	µg/kg de MS	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(a)anthracène	µg/kg de MS	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(g,h,i)pérylène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Benzo(k)fluoranthène	µg/kg de MS	MI: MAO/MO43 en GC-MS
	Chrysène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg de MS	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Fluoranthène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Fluorène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	µg/kg de MS	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Naphtalène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Phénanthrène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Pyrène	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	Somme des HPA	µg/kg de M.S.	Calcul
	PCB 101	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 118	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 138	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 153	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 180	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 28	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS
	PCB 52	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS

	Somme des PCB	µg/kg de M.S.	Calcul
	Dibutylétain cation	µg/kg de MS	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD
	Monobutylétain cation	µg/kg de MS	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD
	Tributylétain cation	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD

1.4. Traitement de la donnée

1.4.1. Qualité de l'eau

En l'absence de suivis précédents, les résultats ont été comparés aux valeurs seuils existantes, notamment celles de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) définissant la qualité des masses d'eaux littorales et les valeurs de référence de la qualité des eaux de baignade (ARS).

Pour *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux, des seuils bactériologiques ont été définis par l'Instruction Ministérielle DGS/EA4 no 2013-247 du 18 juin 2013. Décret 2008-990 modifié par instruction de juin 2013.

Tableau III. Référentiel eaux de baignade pour la bactériologie (UFC : Unité Formant Colonie)

Paramètres	Unité	Qualité bonne	Qualité moyenne	Qualité mauvaise
Escherichia coli	UFC/100mL	100	1000	15000
Entérocoques	UFC/100mL	100	370	1000

Pour les nitrites, l'ammonium et le phosphore, les valeurs seuils utilisées sont celles éditées par la directive-cadre sur l'eau, le 23 octobre 2000, dans la « note relative à la définition du bon état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition), en application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000, à la fin du premier exercice d'intercalibration européen (juillet 2007) ». Les valeurs sont dans le Tableau IV.

Tableau IV. Référentiel du bon état des eaux littorales et côtières

Seuil	Nitrate (NO3) (mg/L)	Ammonium (mg/L)	Orthophosphate (PO4) (mg/L)
Très bon	***≤ 10***	***< 0,5***	***≤ 0,03***
Bon	***< 50***		***]0,03-0,1]***
Moyen	*	***> 0,5***	***]0,1-0,14]***
Médiocre	*		***]0,14-0,38]***
Mauvais	*		***> 0,38***

1.4.2. Qualité des sédiments

L'interprétation des concentrations en métaux, HAP, PCB et TBT dans le sédiment s'appuie sur :

- Les valeurs de **bruit de fond** proposées dans le cadre du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM) (Andral et al. 2002) et par la convention OSPAR (OSPAR 2009a, b) lorsque celles-ci ne sont pas disponibles dans le RLM ;
- Les valeurs **des seuils N1 et N2** fixés par l'arrêté interministériel du 9 aout 2006, définissant la toxicité des sédiments dans le cadre de dragage.

Tableau V. Tableau de référence pour les contaminants dans le sédiment

		Réglementation dragage		Autres valeurs guides	
		Niveaux de référence [3] de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm		Bruits de fond (mg/kg pour métaux et µg/kg pour HAPs & PCBs)	
	Élément	**N1**	**N2**	**BF Méditerranée [1]**	**BF Ospar [2] BC**
Métaux *mg/kg sédiment sec*	Arsenic	**25**	**50**		15
	Cadmium	**1,2**	**2,4**	0,15	0,2
	Chrome	**90**	**180**		60
	Cuivre	**45**	**90**	15	20
	Mercure	**0,4**	**0,8**	0,05	0,05
	Nickel	**37**	**74**		30
	Plomb	**100**	**200**	25	25
	Zinc	**276**	**552**	90	90
	Argent				
PCB *µg/kg sédiment sec*	PCB totaux	**500**	**1000**		
	PCB 28	**5**	**10**		0/0,5
	PCB 52	**5**	**10**		0/0,5
	PCB 101	**10**	**20**		0/0,5
	PCB 118	**10**	**20**	0,5	0/0,5
	PCB 138	**20**	**40**	0,5	0/0,5
	PCB 153	**20**	**40**	0,2	0/0,5
	PCB 180	**10**	**20**		0/0,5
TBT *µg/kg sédiment sec*	TBT	**100**	**400**	40	
HAP *µg/kg sédiment sec*	Naphtalène	**160**	**1130**		5
	Acénaphtène	**15**	**260**		
	Acénaphtylène	**40**	**340**		
	Fluorène	**20**	**280**		85
	Anthracène	**85**	**590**		3
	Phénanthrène	**240**	**870**		17
	Fluoranthène	**600**	**2850**	40	20
	Pyrène	**500**	**1500**		13
	Benzo(a)anthracène	**260**	**930**		9
	Chrysène	**380**	**1590**		11
	Benzo(b)fluoranthène	**400**	**900**	200	
	Benzo(k)fluoranthène	**200**	**400**	100	
	Benzo(a)pyrène	**430**	**1015**	100	15
	Di Benzo (ah)anthracène	**60**	**160**		
	Benzo(ghi) pérylène	**1700**	**5650**	100	45
	Indeno(123cd) pyrène	**1700**	**5650**	100	50

1 Bruits de fond (ou État 1) applicable en Méditerranée (France, 2002)
2 Bruits de fond Ospar « BC » (dans le tableau BC seul ou BC/LC deux valeurs BC et LC pour les PCB) (Ospar, 2009)
3 Niveaux de référence N1 et N2 (France 2006 à 2011)

Les couleurs suivantes seront utilisées dans le rapport afin de permettre une lecture plus visuelle :

Concentration < bruit de fond

Concentration < N1

Concentration < N2

Concentration > N2

2. Résultats

2.1. Qualité de l'eau

2.1.1. Paramètre physico-chimique

Le tableau ci-dessous regroupe les paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* lors des campagnes de terrain.

Tableau VI. Paramètres physico-chimiques dans l'eau

	06/06/2023		18/08/2023		07/09/2023		09/10/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Température (°C)	20,9	20,7	26	27	Données non transmises		22	22
Oxygène dissous (mg/L)	7,44	7,67	8,24	7,90			7,84	7,81
Salinité (PSU)	39,1	39,1	-	-	-	-	-	-
Turbidité (NTU)	4,96	5,2	-	-	-	-	-	-

Les températures relevées sur site sont cohérentes avec les températures de saison sur la zone, d'après les données Ifremer des 3 dernières années.

Les concentrations en oxygène dissous témoignent d'une très bonne qualité de l'eau, pour l'ensemble des stations lors de l'ensemble des campagnes. Les concentrations en oxygène dissous sont très proches d'un site à l'autre, ce qui s'explique par une proximité géographique des deux sites.

La salinité, mesurée seulement lors de la campagne de juin, est la même sur les deux sites, elle est comprise dans la gamme de salinité communément observée en Méditerranée, qui varie entre 38,4 et 41,2 PSU.

La turbidité, mesurée seulement lors de la campagne de juin, est importante sur les deux sites par rapport à la moyenne de la zone à cette période d'après l'Ifremer (0,29 NTU). Cependant, le jour de la mission l'eau était claire et les valeurs obtenues par la sonde pourraient être liées à des interférences au niveau du capteur, conduisant à une surestimation des mesures de turbidité.

2.1.2. Bactériologie

Les concentrations en bactérie retrouvées dans l'eau, lors du suivi 2023 sont disponibles dans le tableau ci-dessous.

Tableau VII. Concentration en bactériologie dans l'eau (/100 ml)

	06/06/2023		18/08/2023		07/09/20230		09/10/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Entérocoques intestinaux	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Escherichia coli	<15	**30**	**15**	<15	<15	<15	<15	<15

Les concentrations en bactéries, *E. coli* et entérocoques intestinaux, témoignent d'une bonne qualité de l'eau d'un point de vue bactériologique. La majorité des concentrations, lors de l'ensemble des campagnes, sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire, avec un dépassement de cette limite en E2 en juin et en E1 en aout pour *E. coli*.

Les concentrations mesurées restent toutefois faibles et témoigne d'une bonne qualité de l'eau, sur les 2 stations lors de l'intégralité de la saison.

2.1.3. Nutriments

Les concentrations en nutriments, mesurées lors du suivi 2023, sont disponibles dans le tableau ci-après.

Tableau VIII. Concentration en nutriment dans l'eau (mg/L)

	06/06/2023		18/08/2023		07/09/20230		09/10/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Ammonium *	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrate	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Orthophosphates	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

*Le seuil très bon n'existe pas pour l'ammonium

Les concentrations en nutriment sont inférieures à la limite de quantification sur les deux stations pour les trois paramètres étudiés, lors de l'ensemble des campagnes réalisées.

L'ensemble des concentrations témoigne d'une très bonne qualité de l'eau vis-à-vis des nutriments, sur la zone étudiée.

2.1.4. Indice hydrocarbure

Le tableau suivant regroupe les indices hydrocarbures mesurés dans l'eau lors du suivi 2023.

Tableau IX. Concentration de l'indice hydrocarbure dans l'eau (mg/L)

	06/06/2023		18/08/2023		07/09/20230		09/10/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio		Capitainerie de Bonifacio	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Indice Hydrocarbure	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Les concentrations en hydrocarbures totaux sont inférieures à la limite de quantification pour les deux stations, lors de l'ensemble du suivi de juin à octobre.

Aucune contamination aux hydrocarbures n'est visible sur la zone de mouillage, même lors de la présence de bateaux amarrés sur la zone de mouillage.

2.2. Qualité des sédiments

Lors des plongées d'échantillonnage du sédiment, les 2 sites montraient des différences d'un point de vue écologique. La zone 1 au nord était marquée par une colonisation du corps-mort moins diversifiée que le corps-mort en zone 2. Ce dernier montrait notamment une plus grande diversité de poissons et d'échinodermes. Le corps-mort de la zone 1 (S1) était aussi recouvert d'algues filamenteuses denses, contrairement au second corps-mort (S2).

La comparaison des sédiments entre les deux stations permet de mettre en évidence une différence de composition et de granulométrie. En effet le sédiment prélevé en S1 est plus fin, avec moins de débris tandis que le sédiment prélevé en S2 est plus grossier et présente de nombreux débris coquilliers. Ces différences avaient déjà été observées lors de l'étude menée en 2021 avant l'installation des coffres.

Figure 3 : Aspect des sédiments des 2 stations (S1 à gauche et S2 à droite)

2.2.1. Éléments trace métalliques

Les concentrations en éléments traces métalliques, dans le sédiment, sont disponibles ci-dessous.

Tableau X. Concentration en éléments trace métalliques dans les sédiments (mg/kg MS)

	06/06/2023		18/12/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio	
	S1	S2	S1	S2
Arsenic *	1,55	2,4	1,49	2,58
Cadmium	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chrome *	2,32	0,855	1,85	0,731
Cuivre	0,574	0,338	0,32	5,54
Mercure	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomb	1,07	1,1	0,985	<0,5
Zinc	4,56	2,93	4,47	3,97

*Comparé au bruit de fond géochimique OSPAR, car aucun bruit de fond n'a été défini pour ces éléments en Méditerranée.

Les concentrations en éléments traces métalliques sont inférieures au bruit de fond géochimique méditerranéen pour les éléments en possédant un, lors des 2 campagnes. Pour l'arsenic et le chrome, le bruit de fond géochimique n'a pas été défini en Méditerranée, c'est le bruit de fond OSPAR qui a été utilisé. Les concentrations de ces deux éléments sont largement inférieures à ce dernier. L'ensemble des concentrations en éléments traces métalliques est largement inférieur au seuil réglementaire N1.
Les concentrations en cadmium et en mercure sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire sur les deux stations, lors des deux campagnes.

Aucun marquage aux éléments traces métalliques n'est observable sur la zone de mouillage grande plaisance de Sant'Amanza.

2.2.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Le tableau suivant regroupe les résultats d'analyse relatifs aux HAP, pour les deux campagnes du suivi 2023.

Tableau XI. Concentration en HAP dans les sédiments (µg/kg MS)

	06/06/2023		18/12/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio	
	S1	S2	S1	S2
Acénaphtène	<10	<10	<10	<10
Acénaphthylène	<10	<10	<10	<10
Anthracène	<10	<10	<10	<10
Benzo(a)anthracène	<10	<10	<10	<10
Benzo(a)pyrène *	<10	<10	<10	<10
Benzo(b)fluoranthène *	<10	<10	<10	<10
Benzo(g,h,i)perylene *	<10	<10	<10	<10
Benzo(k)fluoranthène *	<10	<10	<10	<10
Chrysène	<10	<10	<10	<10
Dibenzo(a,h)anthracène	<10	<10	<10	<10
Fluoranthène *	<10	<10	<10	<10
Fluorène	<10	<10	<10	<10
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène *	<10	<10	<10	<10
Naphtalène	<10	<10	<10	<10
Phénanthrène	<10	<10	<10	<10
Pyrène	<10	<10	<10	<10
Somme des HAP	<160	<160	<160	<160

*Congénères pour lesquels le bruit de fond géochimique a été défini en Méditerranée

L'ensemble des concentrations en HAP mesurées dans le sédiment des deux stations lors des deux campagnes est inférieur à la limite de quantification du laboratoire. De fait, tous les composés présentent des concentrations largement inférieures au seuil réglementaire N1. Les molécules, dont le bruit de fond a été défini en Méditerranée, présentent aussi des concentrations très inférieures à ce bruit de fond géochimique.

Aucun marquage en HAP n'est visible sur ces deux stations lors du suivi 2023

2.2.3. Polychlorobiphényles (PCB)

Les concentrations en PCB, dans le sédiment, sont disponibles dans le tableau ci-dessous.

Tableau XII. Concentration en PCB dans les sédiments (µg/kg MS)

	06/06/2023		18/12/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio	
	S1	S2	S1	S2
PCB 101	<1	<1	<1	<1
PCB 118	<1	<1	<1	<1
PCB 138	<1	<1	<1	<1
PCB 153	<1	<1	<1	<1
PCB 180	<1	<1	<1	<1
PCB 28	<1	<1	<1	<1
PCB 52	<1	<1	<1	<1
Somme des PCB	<7	<7	<7	<7

L'intégralité des concentrations en PCB est inférieure à la limite de quantification du laboratoire et largement inférieure au seuil réglementaire N1, lors des deux campagnes. La limite de quantification étant supérieure au bruit de fond géochimique mesuré en méditerranée, il n'est pas possible de conclure quant au dépassement éventuel de ce bruit de fond.

Aucun marquage aux PCB n'est visible dans le sédiment de la zone de mouillage.

2.2.4. Tributylétain et dérivés

Le tableau ci-dessous reprend les concentrations en TBT et ses dérivés dans le sédiment, lors du suivi 2023.

Tableau XIII. Concentration en tributylétain et dérivés dans les sédiments (µg/kg MS)

	06/06/2023		18/12/2023	
Réalisation des campagnes terrain	CREOCEAN		Capitainerie de Bonifacio	
	S1	S2	S1	S2
Tributylétain cation	<20	<20	<20	<20
Monobutylétain cation	<20	<20	<20	<20
Dibutylétain cation	<20	<20	<20	<20

Les concentrations en tributylétain, monobutylétain et dibutylétain sont toutes inférieures à la limite de quantification du laboratoire, lors des deux campagnes. Le tributylétain est le seul composé pour lequel un bruit de fond géochimique a été défini en Méditerranée, les concentrations mesurées sont largement inférieures à ce bruit de fond.

Aucun marquage au TBT et ses dérivés n'est observé sur cette zone.

3. Conclusion

Les résultats du suivi en 2023 ne montrent pas de traces de pollution. En effet, les apports nutritifs dans l'eau ne sont pas impactés par la présence de la zone de mouillage. Cette zone de mouillage n'apporte pas, d'après les prélèvements effectués, de pollution aux hydrocarbures. La qualité de l'eau est bonne sur l'ensemble des deux zones de mouillage.

L'analyse des sédiments permet de montrer une absence de pollution aux métaux, HAP, PCB et TBT avant la mise en place des coffres, ainsi qu'à la fin de la première saison d'exploitation. La matrice sédimentaire de la zone située la plus au nord, est légèrement plus chargée en éléments trace métalliques, lors de la campagne de juin, ce qui peut être mis en lien avec la présence de l'étang de Balistra, qui se jette en mer au nord de la zone de mouillage nord.

La mise en place de la zone de mouillage ne semble pas impacter le milieu à la suite de sa première année d'exploitation, avec des sédiments non pollués et une eau de bonne qualité sur l'ensemble de la zone étudiée.

4. Annexes

ANNEXE 1 : RÉSULTATS BRUTS DES ANALYSES D'EAU

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297071
N° de Dossier 997372
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
eau saline 1

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023 à 11:00

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Marie CAVALLI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Alexia CHASSEUR

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction *Date de mise en analyse : 07/06/2023*	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	<15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 08/06/2023 à 21:26*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 16:37*	<0,211	µmol/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 17:08*	<0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297071
N° de Dossier	997372
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des délais recommandés.
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 19/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297071
N° de Dossier 997373
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
eau saline 2

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Marie CAVALLI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Alexia CHASSEUR

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction *Date de mise en analyse : 07/06/2023*	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	30	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 13:34*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 08/06/2023 à 21:41*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 16:40*	<0,211	µmol/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 07/06/2023 à 17:08*	<0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297071
N° de Dossier	997373
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des délais recommandés.
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 19/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 308007
N° de Dossier 1017668
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes
RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
eau saline 1 et 3

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 18/08/2023

Réception au laboratoire :
22/08/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Michel ZUGARRAMURDI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Marina KOLOKILAGI

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Date de mise en analyse : 25/08/2023				
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 25/08/2023 à 14:31*	15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 25/08/2023 à 14:31*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 25/08/2023*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 25/08/2023*	< 0,211	µmole/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 25/08/2023 à 12:55*	< 0,05	mg NH4/l	MI : POTA/FT16	L
[a](équivalent à <0,0389 mg N/l)				
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	308007
N° de Dossier	1017668
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des 18h (heure de prélèvement). Transport des échantillons non réfrigéré
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 06/09/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 308007
N° de Dossier 1017669
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes
RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
eau saline 2 et 4

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 18/08/2023

Réception au laboratoire :
22/08/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Michel ZUGARRAMURDI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Marina KOLOKILAGI

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Date de mise en analyse : 25/08/2023				
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 25/08/2023 à 14:31*	<15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 25/08/2023 à 14:31*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 25/08/2023*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 25/08/2023*	< 0,211	µmole/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 25/08/2023 à 12:56*	< 0,05	mg NH4/l	MI : POTA/FT16	L
[a](équivalent à <0,0389 mg N/l)				
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	308007
N° de Dossier	1017669
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des 18h (heure de prélèvement). Transport des échantillons non réfrigéré
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 06/09/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 309889
N° de Dossier 1021255
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes
RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
eau saline E1 bouée 3

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 07/09/2023

Réception au laboratoire :
08/09/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Marie CAVALLI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Carine ETCHEBERRY

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction *Date de mise en analyse : 11/09/2023*	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 08/09/2023 à 15:22*	<15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 08/09/2023 à 15:22*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 09/09/2023 à 07:40*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 08/09/2023*	< 0,211	µmole/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 11/09/2023 à 12:30*	<0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	309889
N° de Dossier	1021255
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des 18h (heure de prélèvement). Transport des échantillons non réfrigéré
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 19/09/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 309889
N° de Dossier 1021256
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Laboratoires des Pyrénées et des Landes
RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
Eau saline E2 bouée 10

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 07/09/2023 à 10:29

Réception au laboratoire :
08/09/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Marie CAVALLI - Severine LAFFONT
Microbiologie des eaux : Carine ETCHEBERRY

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Date de mise en analyse : 11/09/2023				
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 08/09/2023 à 15:22*	<15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 08/09/2023 à 15:22*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 09/09/2023 à 07:55*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 00/00/00*	< 0,211	µmole/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 11/09/2023 à 12:31*	< 0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	309889
N° de Dossier	1021256
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des 18h (heure de prélèvement). Transport des échantillons non réfrigéré
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 19/09/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 314046
N° de Dossier 1030246
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Echantillon :
SA-11 - 78,1DO

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 09/10/2023

Réception au laboratoire :
10/10/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Michel ZUGARRAMURDI - Severine LAFFONT - Virginie FROMENTAL
Microbiologie des eaux : Carine ETCHEBERRY

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Date de mise en analyse : 10/10/2023				
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 14:45*	<15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 14:45*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 11/10/2023*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 08:00*	<0,211	µmol/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 15:21*	<0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	314046
N° de Dossier	1030246
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Commentaires techniques :

Les paramètres microbiologiques ont été réalisés au-delà des 18h (heure de prélèvement).
Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 25/10/2023

Responsable Unité

S. LE BARS

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS
ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 314046
N° de Dossier 1030248
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/2

Echantillon :
SA-05 - 78,4DO

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Eau de baignade : eau salée

Prélèvement assuré par :
le client le 09/10/2023

Réception au laboratoire :
10/10/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Michel ZUGARRAMURDI - Severine LAFFONT - Virginie FROMENTAL
Microbiologie des eaux : Carine ETCHEBERRY

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Traitement sur échantillon avant analyse				
Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Extraction	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification			L
Date de mise en analyse : 10/10/2023				
Analyses bactériologiques				
Escherichia coli (microplaque) *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 14:45*	<15	/100 ml	NF EN ISO 9308-3	L
Entérocoques intestinaux (Microplaque) *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 14:45*	<15	/100 ml	NF EN ISO 7899-1	L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Anions minéraux				
Nitrate (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 11/10/2023*	<1,61	µmol/l	MI : POTA/FT92	L
Orthophosphates (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 10:10*	<0,211	µmol/l	MI : CHR/MO17	C* L
Cations minéraux				
Ammonium (Exprimé en µmol/l) [a] *Date de mise en analyse : 10/10/2023 à 15:22*	<0,554	µmol/l	MI : POTA/FT16	L
PARAMETRES GLOBAUX				
Indices globaux				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	MI : MAO/MO15 en GC/FID	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	314046
N° de Dossier	1030248
N° Echantillon :	1
Page N°:	2/2

Commentaires techniques :

Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 25/10/2023

Responsable Unité

S. LE BARS

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

ANNEXE 2 : RÉSULTATS BRUTS DES ANALYSES DE SÉDIMENTS

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997375
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/3

Echantillon :
sédiment 1

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Sédiments marins

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023 à 11:00

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : C. MARQUASSUZAA - Marie CAVALLI - Severine LAFFONT

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Pré-traitement de l'échantillon				
Prétraitement *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Paramètres physicochimiques:Elimination des corps étrangers, tamisage à 2mm. Séchage (<40°C à l'étuve) et broyage à 250 µm) (PREP/FT01). Refus: 84 %			C* L
Préparation *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Polluants organiques: Tamisage <2 mm, lyophilisation, broyage, Tamisage 250 µm (PREP/FT01)-Refus: 84 %			C* L
Traitement sur échantillon avant analyse				
Minéralisation *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	Mise en solution à 103°C en milieu fermé par attaque avec un mélange HCl/HNO3/H2O2 (MAM/MO03)			L
Extraction *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Extraction et dérivation liquide/liquide avec le tétraéthylborate de sodium (MAO/MO03 en GC/PFPD)			L
Preparation (MAO/MO43) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO43 GC-MS).			L
Préparation (MAO/MO49) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO49 GC/MS²)			L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Métaux				
Cadmium *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	< 0,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Chrome *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	2,32	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997375
N° Echantillon : 1

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Métaux (suite)				
Cuivre *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	0,574	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Mercure *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	<0,01	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04	C* L
Plomb *Date de mise en analyse : 13/06/2023*	1,07	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Zinc *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	4,56	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Produits minéraux				
Arsenic *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	1,55	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
PARAMETRES GLOBAUX				
Paramètres globaux				
Matière sèche *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	80,1	% m.brute	NF EN 12880	C* L
COMPOSES ORGANIQUES DIVERS				
Hydrocarbures Poly-Aromatiques (HPA)				
Acénaphtène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Acénaphthylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(b)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(g,h,i)pérylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(k)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI: MAO/MO43 en GC-MS	C* L
Chrysène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Dibenzo(a,h)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluorène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Naphtalène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Phénanthrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des HPA	< 160	µg/kg de M.S.	Calcul	L
PolyChloro Biphényls (PCB)				
PCB 101	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 118	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 138	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 153	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 180	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 28	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 52	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des PCB	< 7	µg/kg de M.S.	Calcul	L
Produits organiques divers				
Dibutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Monobutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Tributylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297073
N° de Dossier	997375
N° Echantillon :	1
Page N°:	3/3

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 26/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997376
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/3

Echantillon :
sédiment 2

Lieu de prélèvement :
ETUDE 20230524

Nature de l'échantillon :
Sédiments marins

Prélèvement assuré par :
le client le 06/06/2023 à 11:00

Réception au laboratoire :
07/06/2023

Demandeur de l'analyse :
CREOCEAN AGENCE PACA

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : C. MARQUASSUZAA - Marie CAVALLI - Severine LAFFONT

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Pré-traitement de l'échantillon				
Prétraitement *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Paramètres physicochimiques:Elimination des corps étrangers, tamisage à 2mm. Séchage (<40°C à l'étuve) et broyage à 250 µm) (PREP/FT01). Refus: 83,3%			C* L
Préparation *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Polluants organiques: Tamisage <2 mm, lyophilisation, broyage, Tamisage 250 µm (PREP/FT01)-Refus: 83,3 %			C* L
Traitement sur échantillon avant analyse				
Minéralisation *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	Mise en solution à 103°C en milieu fermé par attaque avec un mélange HCl/HNO3/H2O2 (MAM/MO03)			L
Extraction *Date de mise en analyse : 08/06/2023*	Extraction et dérivation liquide/liquide avec le tétraéthylborate de sodium (MAO/MO03 en GC/PFPD)			L
Preparation (MAO/MO43) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO43 GC-MS).			L
Préparation (MAO/MO49) *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	Extraction par solvant (MAO/MO49 GC/MS²)			L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Métaux				
Cadmium *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	< 0,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Chrome *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	0,855	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement 297073
N° de Dossier 997376
N° Echantillon : 1

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Métaux (suite)				
Cuivre *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	0,338	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Mercure *Date de mise en analyse : 15/06/2023*	<0,01	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04	C* L
Plomb *Date de mise en analyse : 12/06/2023*	1,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Zinc *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	2,93	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Produits minéraux				
Arsenic *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	2,4	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
PARAMETRES GLOBAUX				
Paramètres globaux				
Matière sèche *Date de mise en analyse : 09/06/2023*	84,4	% m.brute	NF EN 12880	C* L
COMPOSES ORGANIQUES DIVERS				
Hydrocarbures Poly-Aromatiques (HPA)				
Acénaphtène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Acénaphthylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(b)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(g,h,i)pérylène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(k)fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI: MAO/MO43 en GC-MS	C* L
Chrysène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Dibenzo(a,h)anthracène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluoranthène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluorène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Naphtalène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Phénanthrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Pyrène	<10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des HPA	< 160	µg/kg de M.S.	Calcul	L
PolyChloro Biphényls (PCB)				
PCB 101	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 118	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 138	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 153	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 180	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 28	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 52	<1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des PCB	< 7	µg/kg de M.S.	Calcul	L
Produits organiques divers				
Dibutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Monobutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Tributylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	297073
N° de Dossier	997376
N° Echantillon :	1
Page N°:	3/3

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

Commentaires techniques :

Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 26/06/2023

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 322291
N° de Dossier 1047132
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/3

Echantillon :
sédiment 1 - Station E2#11

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Sédiments marins

Prélèvement assuré par :
le client le 18/12/2023 à 14:30

Réception au laboratoire :
20/12/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Elodie LABORDE-GANNE - Marie CAVALLI - Severine LAFFONT

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Pré-traitement de l'échantillon				
Prétraitement *Date de mise en analyse : 21/12/2023*	Paramètres physicochimiques:Elimination des corps étrangers, tamisage à 2mm. Séchage (<40°C à l'étuve) et broyage à 250 µm) (PREP/FT01). Refus: 81,5%			C* L
Préparation *Date de mise en analyse : 21/12/2023*	Polluants organiques: Tamisage <2 mm, lyophilisation, broyage, Tamisage 250 µm (PREP/FT01)-Refus: 81,5%			C* L
Traitement sur échantillon avant analyse				
Minéralisation *Date de mise en analyse : 22/12/2023*	Mise en solution à 103°C en milieu fermé par attaque avec un mélange HCl/HNO3/H2O2 (MAM/MO03)			L
Extraction *Date de mise en analyse : 27/12/2023*	Extraction et dérivation liquide/liquide avec le tétraéthylborate de sodium (MAO/MO03 en GC/PFPD)			L
Preparation (MAO/MO43) *Date de mise en analyse : 10/01/2024*	Extraction par solvant (MAO/MO43 GC-MS).			L
Préparation (MAO/MO49) *Date de mise en analyse : 10/01/2024*	Extraction par solvant (MAO/MO49 GC/MS²)			L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Métaux				
Cadmium *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	< 0,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Chrome *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	0,731	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement 322291
N° de Dossier 1047132
N° Echantillon : 1

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Métaux (suite)				
Cuivre *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	5,54	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Mercure *Date de mise en analyse : 29/12/2023*	<0,01	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04	C* L
Plomb *Date de mise en analyse : 27/12/2023*	< 0,5	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Zinc *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	3,97	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Produits minéraux				
Arsenic *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	2,58	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
PARAMETRES GLOBAUX				
Paramètres globaux				
Matière sèche *Date de mise en analyse : 21/12/2023*	87,4	% m.brute	NF EN 12880	C* L
COMPOSES ORGANIQUES DIVERS				
Hydrocarbures Poly-Aromatiques (HPA)				
Acénaphtène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Acénaphthylène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Anthracène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)pyrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(b)fluoranthène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)anthracène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(g,h,i)pérylène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(k)fluoranthène	< 10	µg/kg de M.S.	MI: MAO/MO43 en GC-MS	C* L
Chrysène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Dibenzo(a,h)anthracène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluoranthène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluorène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Naphtalène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Phénanthrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Pyrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des HPA	< 160	µg/kg de M.S.	Calcul	L
PolyChloro Biphényls (PCB)				
PCB 101	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 118	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 138	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 153	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 180	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 28	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 52	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des PCB	< 7	µg/kg de M.S.	Calcul	L
Dibutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Monobutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Tributylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	322291
N° de Dossier	1047132
N° Echantillon :	1
Page N°:	3/3

Commentaires techniques :

Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 16/01/2024

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

RAPPORT D'ANALYSE

N° de regroupement 322291
N° de Dossier 1047133
N° Echantillon : 1
Page N°: 1/3

Echantillon :
sédiment 2 - Station E1#3

Lieu de prélèvement :
ETUDE 230646A

Nature de l'échantillon :
Sédiments marins

Prélèvement assuré par :
le client le 18/12/2023 à 14:30

Réception au laboratoire :
20/12/2023

Demandeur de l'analyse :
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :
CREOCEAN AGENCE PACA

CREOCEAN AGENCE PACA
MANCEAU MÈlusine

230 AVENUE DE ROME VALPARC
BATIMENT B
83500 LA SEYNE SUR MER

Responsabilité technique des analyses :
Chimie de l'environnement : Elodie LABORDE-GANNE - Marie CAVALLI - Severine LAFFONT

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Pré-traitement de l'échantillon				
Prétraitement *Date de mise en analyse : 21/12/2023*	Paramètres physicochimiques:Elimination des corps étrangers, tamisage à 2mm. Séchage (<40°C à l'étuve) et broyage à 250 µm) (PREP/FT01). Refus: 76,4%			C* L
Préparation *Date de mise en analyse : 21/12/2023*	Polluants organiques: Tamisage <2 mm, lyophilisation, broyage, Tamisage 250 µm (PREP/FT01)-Refus: 76,4 %			C* L
Traitement sur échantillon avant analyse				
Minéralisation *Date de mise en analyse : 22/12/2023*	Mise en solution à 103°C en milieu fermé par attaque avec un mélange HCl/HNO3/H2O2 (MAM/MO03)			L
Extraction *Date de mise en analyse : 27/12/2023*	Extraction et dérivation liquide/liquide avec le tétraéthylborate de sodium (MAO/MO03 en GC/PFPD)			L
Preparation (MAO/MO43) *Date de mise en analyse : 10/01/2024*	Extraction par solvant (MAO/MO43 GC-MS).			L
Préparation (MAO/MO49) *Date de mise en analyse : 10/01/2024*	Extraction par solvant (MAO/MO49 GC/MS²)			L
BILAN IONIQUE ET MINERAL				
Métaux				
Cadmium *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	< 0,1	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Chrome *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	1,85	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L

Laboratoires des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement 322291
N° de Dossier 1047133
N° Echantillon : 1

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
Métaux (suite)				
Cuivre *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	0,32	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Mercure *Date de mise en analyse : 29/12/2023*	<0,01	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO04	C* L
Plomb *Date de mise en analyse : 27/12/2023*	0,985	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Zinc *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	4,47	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
Produits minéraux				
Arsenic *Date de mise en analyse : 26/12/2023*	1,49	mg/kg de M.S.	MI : MAM/MO03 et MAM/MO01	C* L
PARAMETRES GLOBAUX				
Paramètres globaux				
Matière sèche *Date de mise en analyse : 21/12/2023*	78,1	% m.brute	NF EN 12880	C* L
COMPOSES ORGANIQUES DIVERS				
Hydrocarbures Poly-Aromatiques (HPA)				
Acénaphtène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Acénaphthylène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Anthracène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)pyrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(b)fluoranthène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(a)anthracène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(g,h,i)pérylène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Benzo(k)fluoranthène	< 10	µg/kg de M.S.	MI: MAO/MO43 en GC-MS	C* L
Chrysène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Dibenzo(a,h)anthracène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluoranthène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Fluorène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Naphtalène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Phénanthrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Pyrène	< 10	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des HPA	< 160	µg/kg de M.S.	Calcul	L
PolyChloro Biphényls (PCB)				
PCB 101	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 118	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 138	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 153	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 180	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 28	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
PCB 52	< 1	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO49 en GC-MS/MS	C* L
Somme des PCB	< 7	µg/kg de M.S.	Calcul	L
Dibutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Monobutylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L
Tributylétain cation	<20	µg/kg de M.S.	MI : MAO/MO03 en GC/PFPD	L

Laboratoires
des Pyrénées et des Landes

RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88. Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

N° de regroupement	322291
N° de Dossier	1047133
N° Echantillon :	1
Page N°:	3/3

Commentaires techniques :

Prélèvement assuré par le client,l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résulat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 16/01/2024

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

cofrac
ESSAIS

ACCREDITATIONS :
N° 1-1173
N° 1-1059
N° 1-6954
N° 1-6790
Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST(sous-traitance).

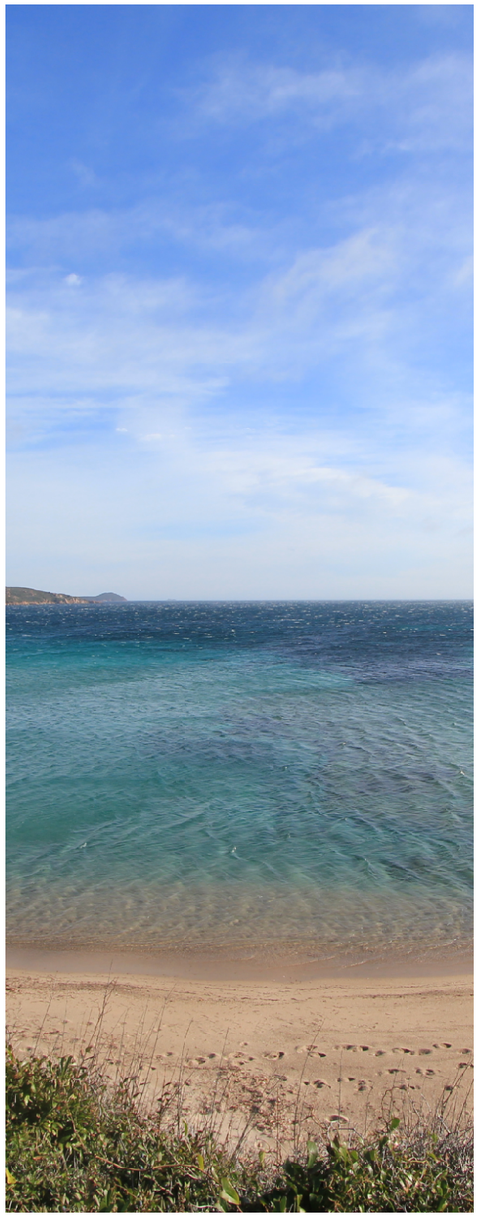
www.creocean.fr

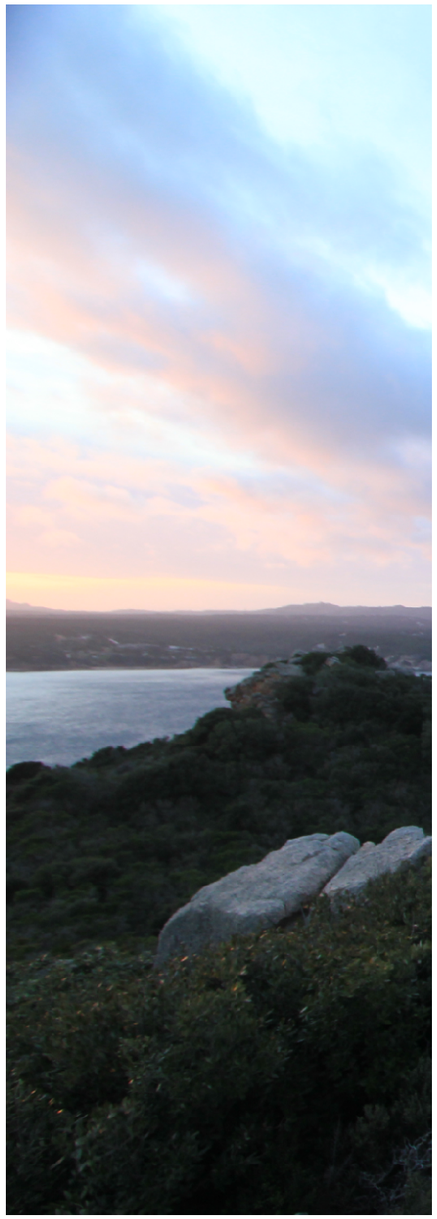
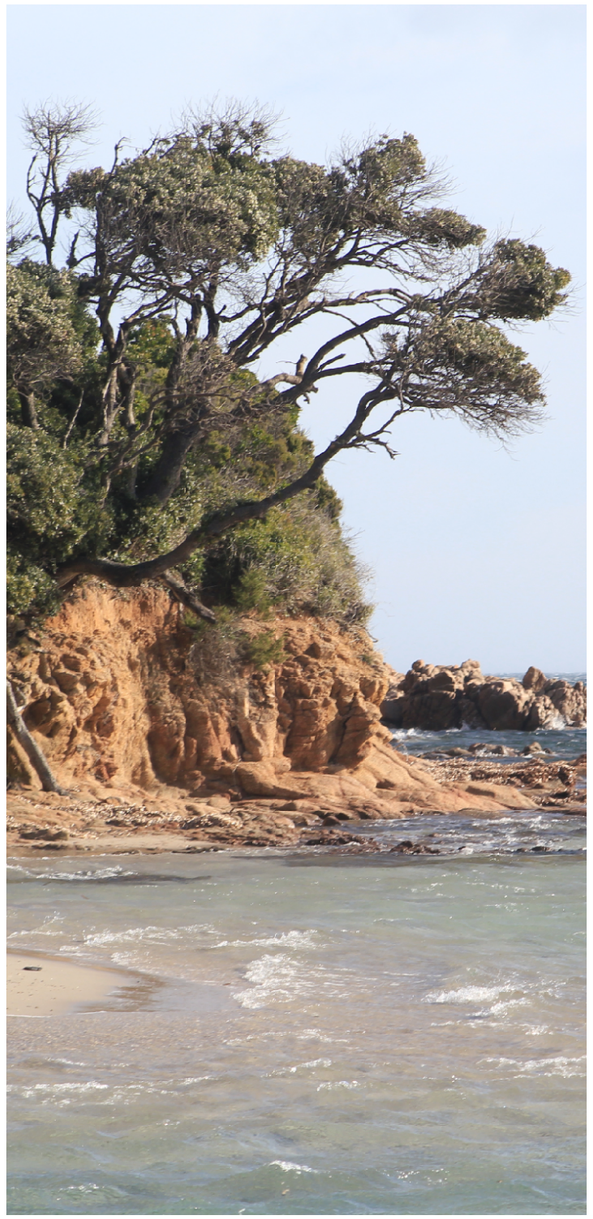
creocean
Environnement & océanographie

GROUPE KERAN

Annexe 9. Etude paysagère - Erba Barona Paysage, 2023

Etude paysagère préalable au projet d'implantation de ZMEL dans le **Golfe de Santa Manza**



V2 - 2023

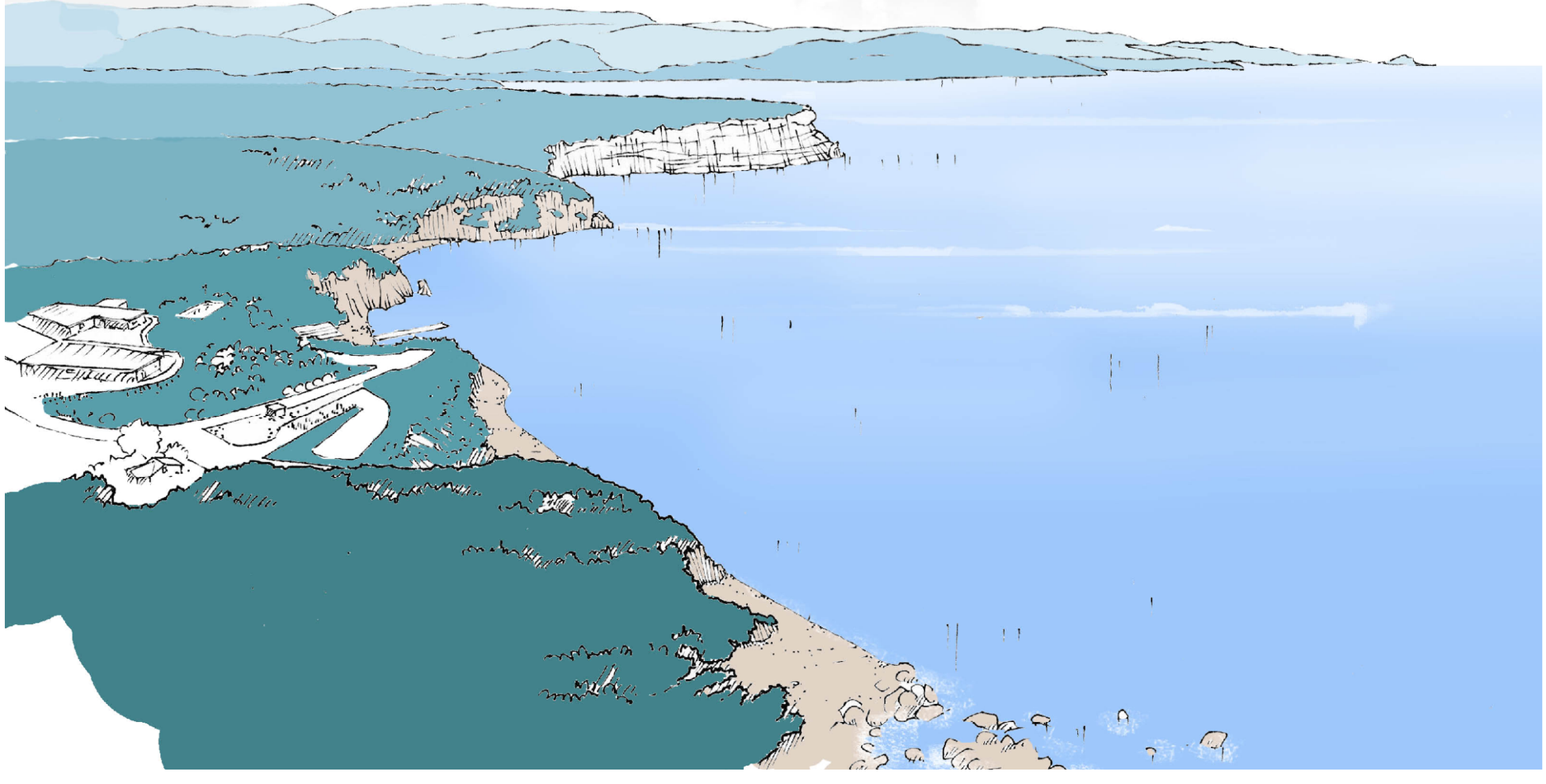
Erba Barona Paysage

PREAMBULE

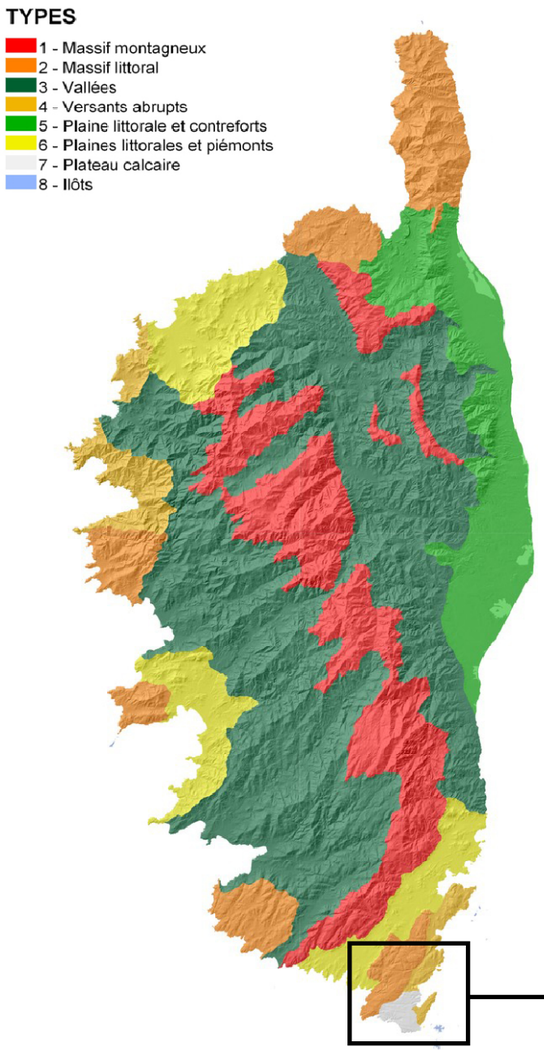
L'étude paysagère qui suit est une étude préalable au projet d'implantation de Zones de Mouillage et d'Equipement Léger (ZMEL) pour la commune de Bonifacio, dans le Golfe de Sant'Amanza.

La ZMEL a pour but d'organiser le mouillage afin de protéger les fonds marins et leur bisophère mais aussi les paysages de surface. Ce diagnostic a pour but de croiser l'analyse couche par couche de la géographie et du paysage avec une approche plus sensible du site d'étude (perception, points de vue, lieux emblématiques,etc.).

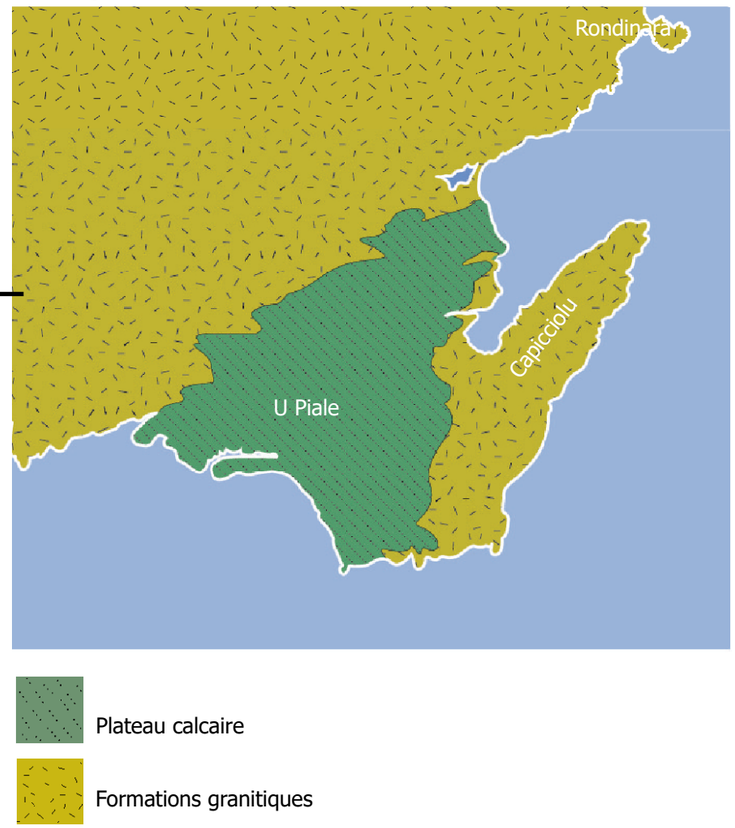
Immense baie découpée entre Punta di Rondinara au Nord, et Punta di u Capicciolu au Sud, Santa Manza abrite des sites naturels variés, qui attirent bon nombre de touristes, notamment sur ses plages. Si la plupart d'entre eux arrivent par les terres, beaucoup s'engouffrent dans le golfe par la mer pour profiter de ses paysages réputés.



Typologie des paysages (source : Atlas des paysages)



Géologie de l'extrême-sud de la Corse



Au croisement de deux ensembles

Le Golfe de Santa Manza s'étend sur deux ensembles paysagers définis par l'Atlas des Paysages : la pointe de Capicciolu et U Piale (plateau de Bonifacio). Ces ensembles reposent sur la formation du socle géologique de la Corse qui a engendré la grande variété de paysages rencontrés sur l'Ile.

Le Golfe de Santa Manza a la particularité de se trouver à la rencontre entre le plateau calcaire de Bonifacio et les formations granitiques de l'extrême pointe sud de l'Ile.

Punta di u Capicciolu

L'unité englobe la presqu'ile granitique qui ferme au sud-est le golfe de Santa Manza, ainsi que le fond de ce golfe - le plus profond de la côte orientale après celui de Porto-Vecchio.

Le fond du golfe est valloné, marécageux au niveau de la zone humide de Maora. L'habitat diffus s'étend sur le versant littoral qui surplombe la plage de Maora, à la couleur caractéristique.

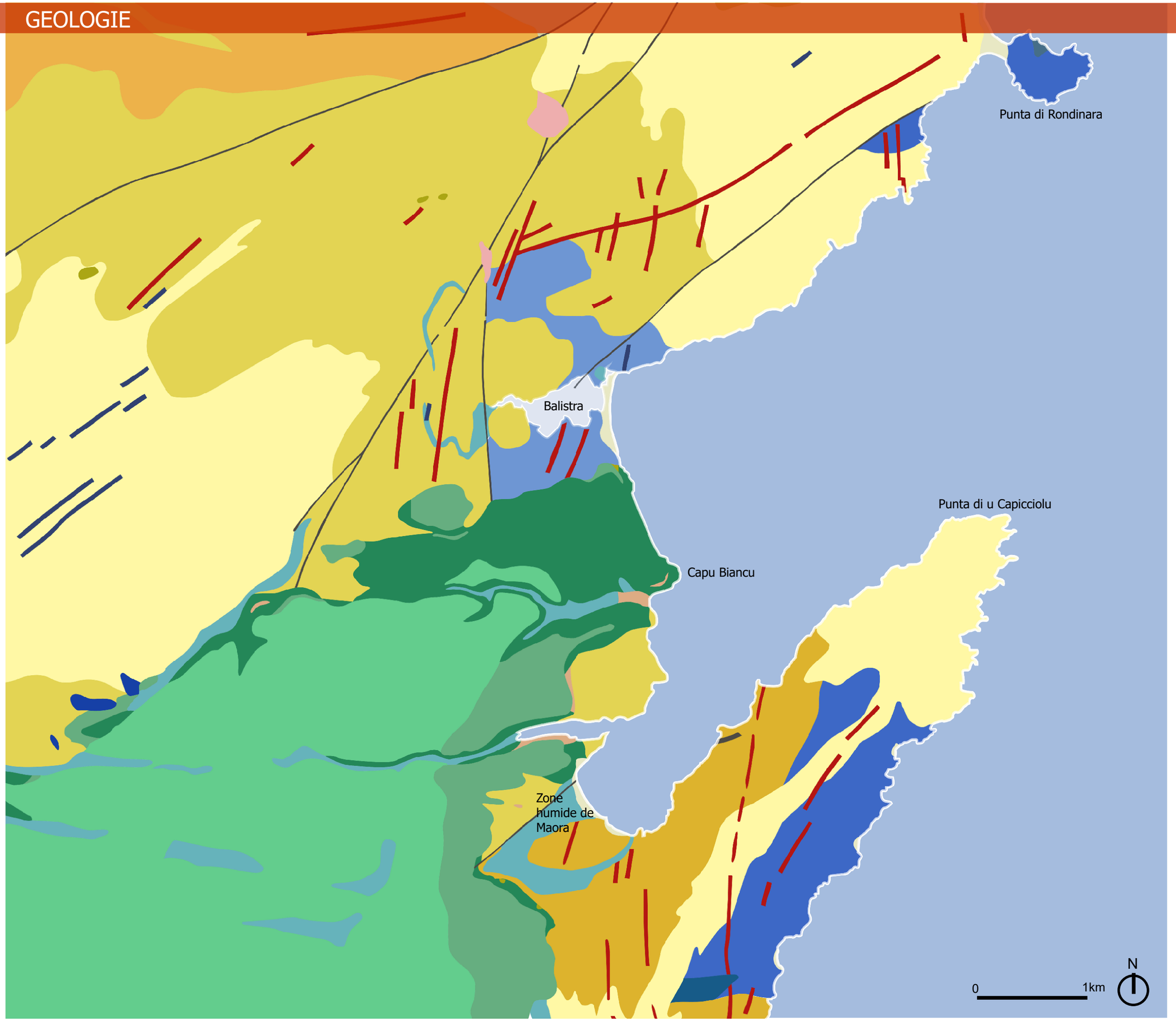
U Piale

La région de Bonifacio se singularise par la présence d'un plateau calcaire, résultant de la minéralisation de sédiments fossilifères déposés au fond d'une mer depuis longtemps disparue.

Flanqué de deux massifs cristallins, la presqu'île de Santa Manza dont le calcaire forme la frange ouest du golfe est très visible dans le paysage.

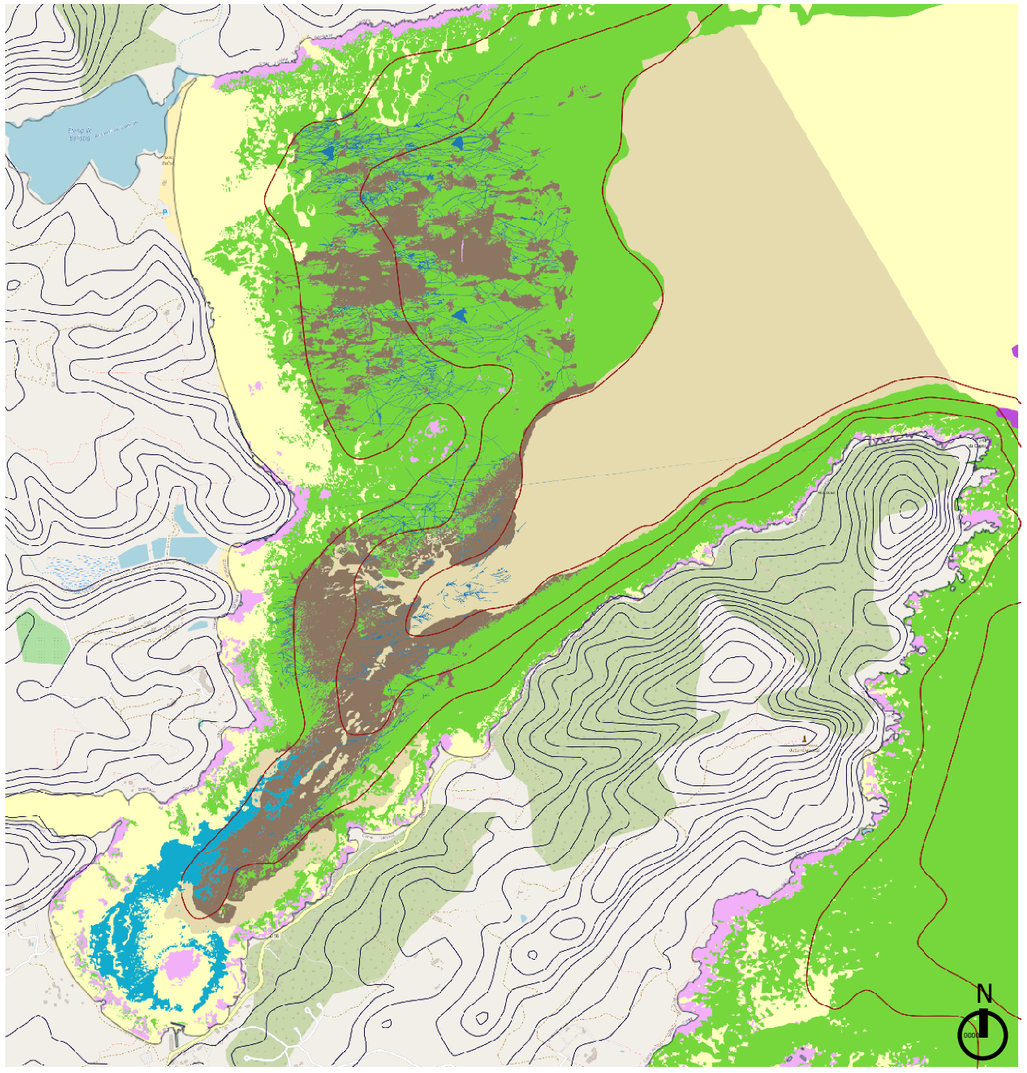
Au niveau du golfe de Santa Manza, plusieurs ruisseaux débouchent sur ce littoral, alimentant étangs et marécages, dans une campagne légèrement vallonée. Les falaises calcaires de Rocchi Bianchi créent localement un rappel du Piale et constituent un marqueur fort, contrastant avec les paysages environnants où dominent les granites.

GEOLOGIE



LEGENDE :

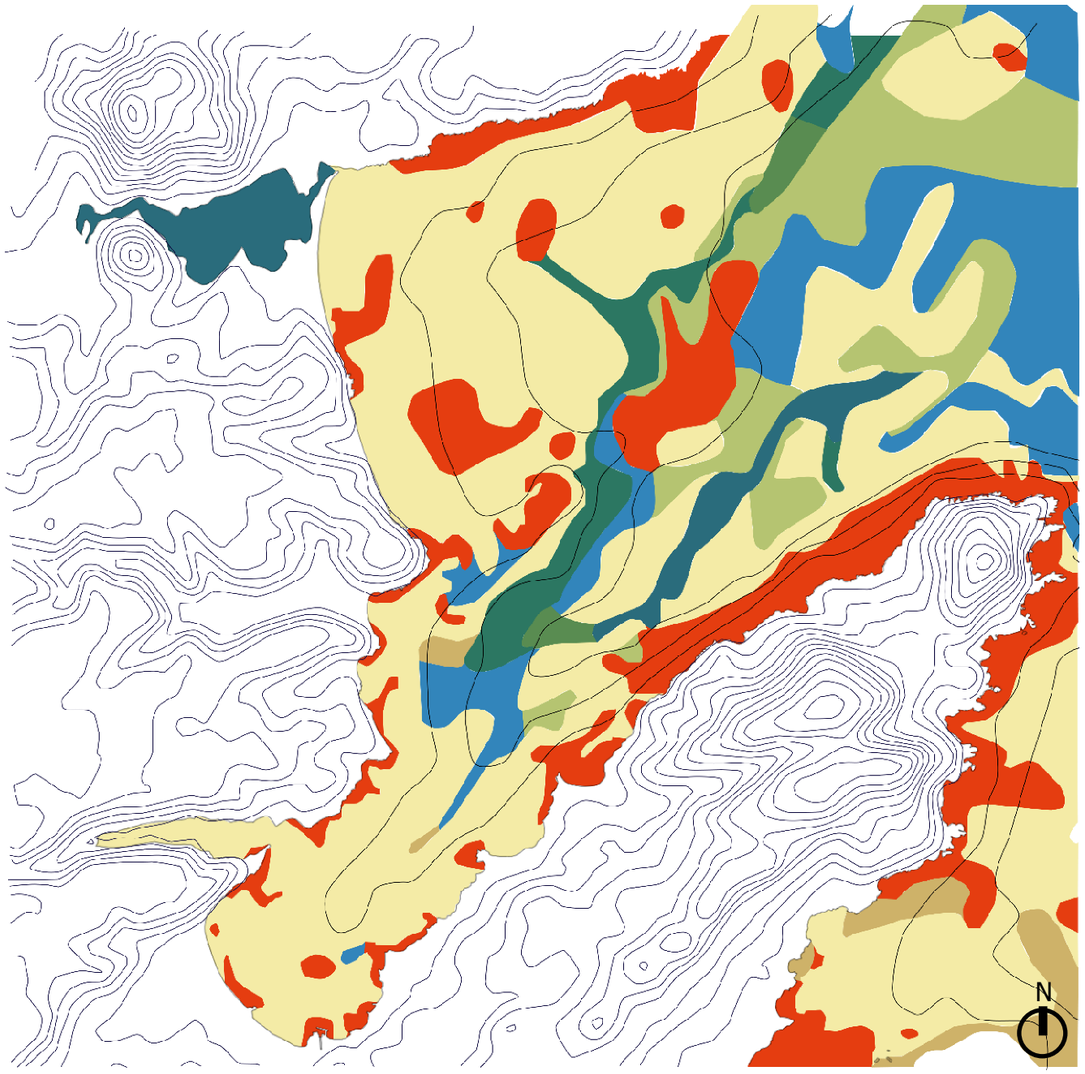
- Membre de Bonifacio : Calcarénites, sables et graviers
- Episodes récifaux
- Formation de Cala di Labra : Sables et graviers, calcarénites, silts et calcaire silteux
- Leucomonzogranites à grain fin de type U Vangonu
- Leucomonzogranites à gros grain
- Monzogranites leucocrates a gros grain
- Monzogranites à biotite
- Granodiorites à biotite et amphibole de type Balistra
- Granodiorites porphyroïdes de type Cerbicale
- Chaos granitiques
- Cordons littoraux actuels à subactuels : Sables de plage et dunes
- Alluvions fluviatiles grises actuelles à subactuelles
- Surfaces d'érosion indifférenciées
- Formations supperficielles indifférenciées
- Tufs ignimbritiques
- Filons basiques et acides indifférenciés
- Filons de roches acides calco-alcalines
- Filons basiques doléritiques



Source : SHOM

Figure 1 - **Les milieux marins**

- Biocénose de l'herbier à Posidonia oceanica
- Fonds meubles infralittoraux
- Fonds meubles circalittoraux
- Association de la matte morte de Posidonia oceanica
- Herbiers à Cymodocées
- Biocénose des algues infralittorales
- Biocénose Coralligène
- Traces de mouillage



Source : SHOM

Figure 2 - **Nature des fonds marins**

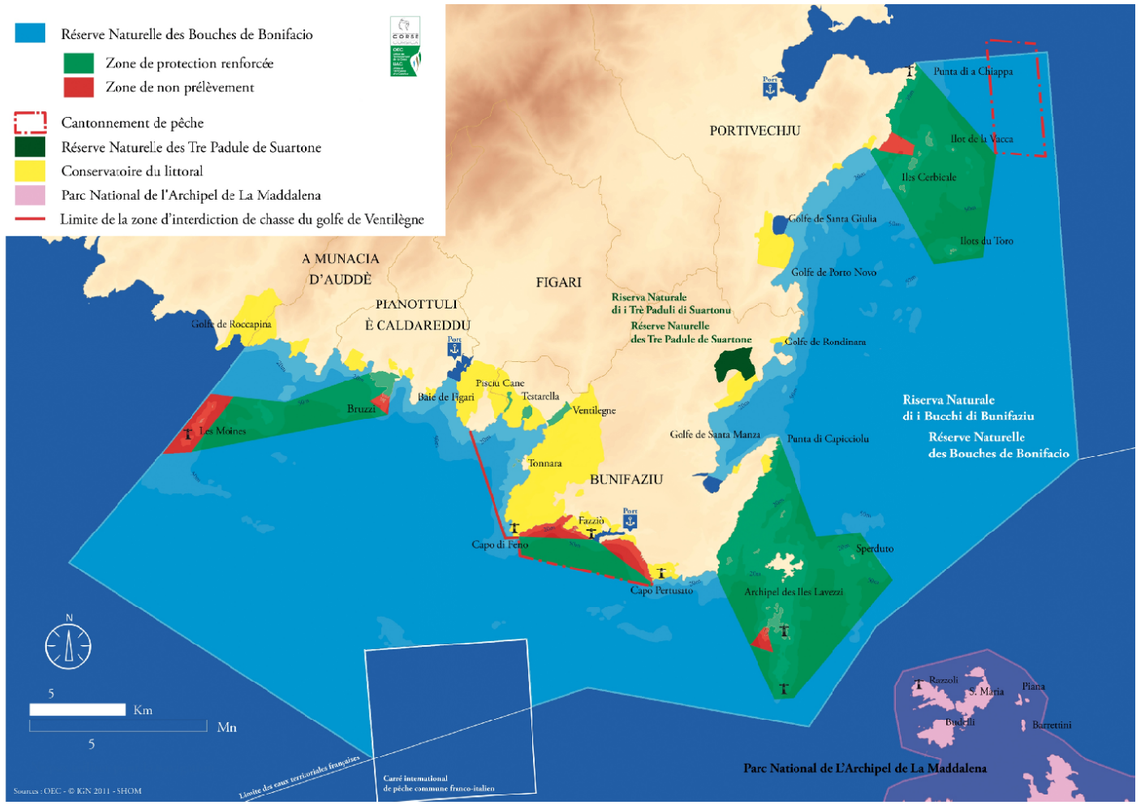
- Sables
- Cailloutis
- Sables/Graviers
- Sables fins/vases
- Vases
- Sables fins
- Graviers
- Roche

La nature des fonds marins et leurs milieux sont des facteurs importants pour le choix de l'implantation des ZMEL. Les traces de mouillage au-dessus de l'herbier de Posidonie et et de la matte morte (Cf. Figure 1) montrent à quel point il est nécessaire d'organiser le mouillage.

La principale biocénose marine présente sur la zone d'étude correspond à la biocénose de l'herbier de Posidonia oceanica.

Le Golfe de Santa Manza est essentiellement sableux avec la présence de roches en quelques endroits (Cf. Figure 2).

REGLEMENTATIONS



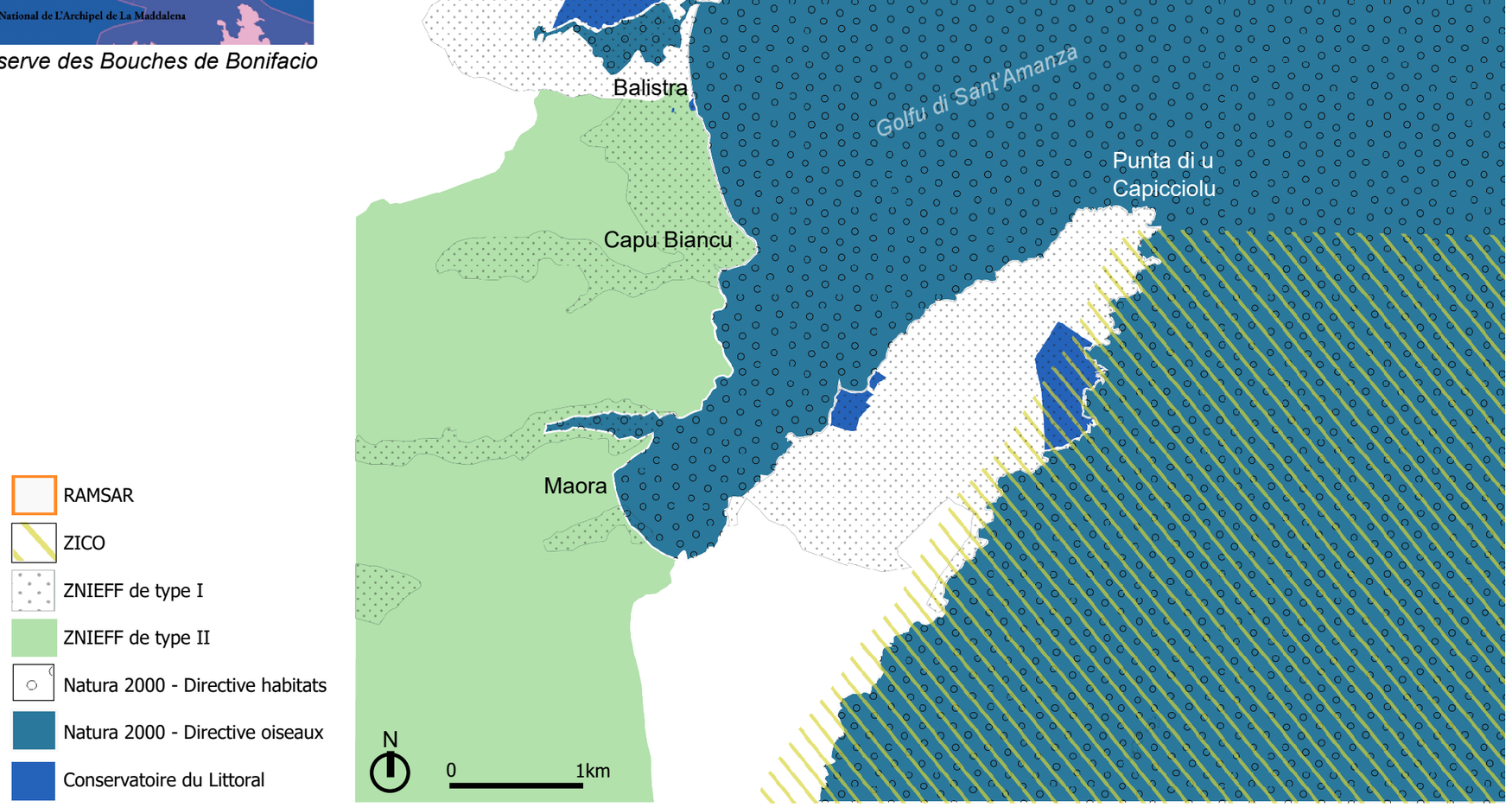
Source : Plan de gestion de la Réserve des Bouches de Bonifacio

Le périmètre de la zone d'étude comprend de nombreuses règlementations et protections.

La richesse des milieux, de la faune et de la flore locale est en partie due aux différentes zones humides, marécageuses et aux étangs alimentés par des ruisseaux à l'arrière du littoral (Balistra, Canetto, Maora).

Ces zones humides et étangs d'arrières-plages font partie des éléments récurrents de la composition des paysages littoraux de la Corse, mais sont menacés par la progression de l'urbanisation en bord de mer.

Le complexe de mares temporaires des Tre Padule, situé sur un plateau granitique est protégé à l'échelle européenne. Ces écosystèmes d'exception alternent phases d'inondation en hiver et d'assèchement l'été. Au-delà de leur importance écologique, ils ont une vraie valeur paysagère.



SEQUENCES PAYSAGERES ET POINTS DE VUE

Vers Porto-Vecchio

Réserve Naturelle des Tre Padule de Suartone

Golfu di Rondinara

Punta di Rundinara

Capicciolu di i Volpi

Route Territoriale 10

Rive nord

Etang de Balistra

Balistra

Golfe de Santa Manza

Giannone

Punta di u Capicciolu

Capu Biancu

Canetto

U Capicciolu

Punta di a Nava

Pozzoniello

Cala di Stentinu

Gurgazu

Maora

VersAjaccio

Route Territoriale 40

BONIFACIO

0 1km

Aire de stationnement

Point de visibilité du golfe

Littoral accessible

Sentier

Réseau viaire

Séquences

Depuis Rondinara

Depuis la plage de Balistra

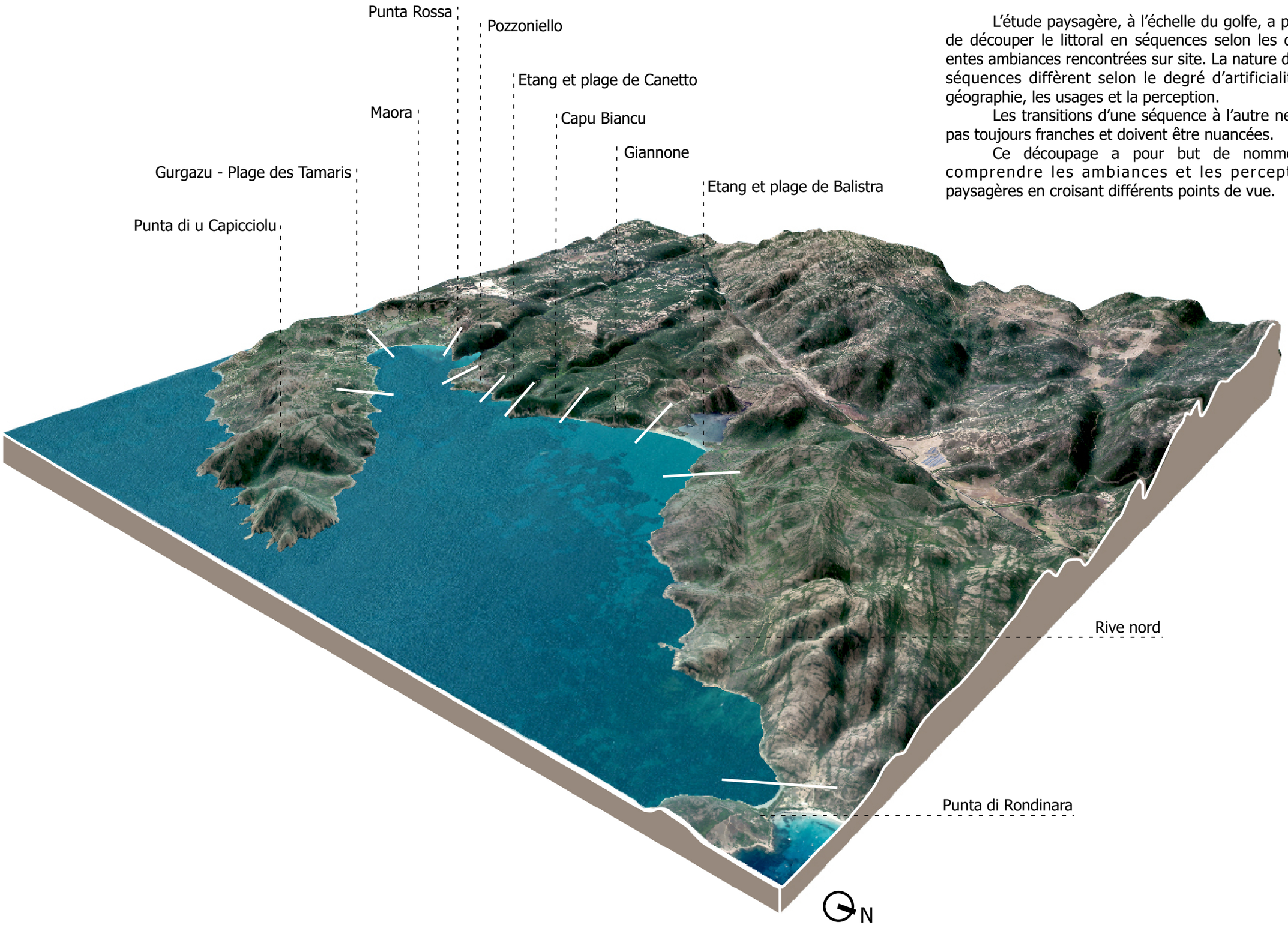
Depuis Giannone

Depuis la plage de Canetto

Depuis la plage de Maora

Depuis Capicciolu

SEQUENCES PAYSAGERES DU GOLFE



L'étude paysagère, à l'échelle du golfe, a permis de découper le littoral en séquences selon les différentes ambiances rencontrées sur site. La nature de ces séquences diffèrent selon le degré d'artificialité, la géographie, les usages et la perception.

Les transitions d'une séquence à l'autre ne sont pas toujours franches et doivent être nuancées.

Ce découpage a pour but de nommer et comprendre les ambiances et les perceptions paysagères en croisant différents points de vue.

SEQUENCE PUNTA DI U CAPICCIOLU - le poste avancé du golfe

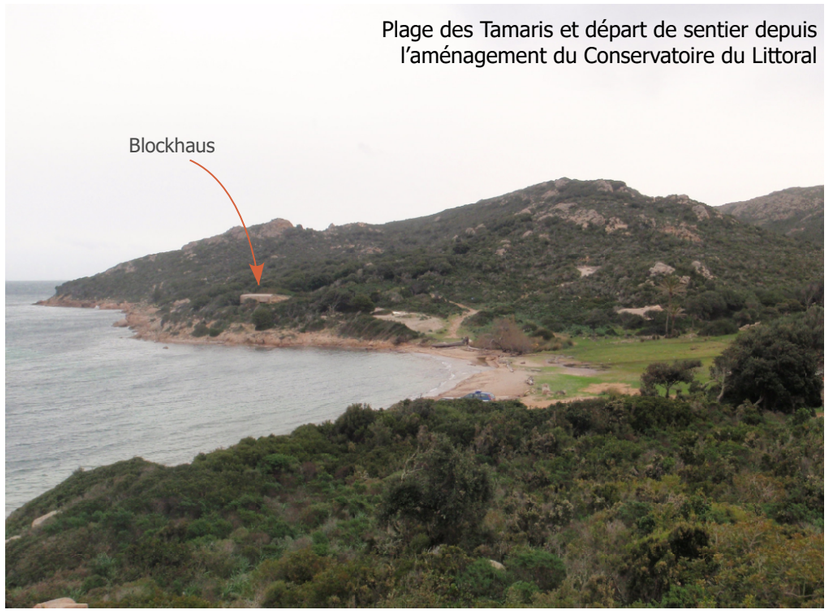
Un maquis, de plus en plus dense au gré de l'avancement vers la pointe, couvre la presqu'île de Capicciolu. Depuis la plage des Tamaris, un aménagement réalisé par le Conservatoire du Littoral met en défens, par l'implantation de ganivelles basses, certains espaces.

Sa géographie privilégiée en fait un lieu d'observation et de poste avancé sur la mer, ce qui n'a pas échappé aux yeux des stratèges militaires : blockhaus et tour génoise ponctuent les lieux. Ainsi, depuis le sentier menant à la tour couronnant la pointe au bout de la presqu'île, la vue s'ouvre sur l'échancrure du Golfe de Santa Manza d'un côté, et sur les îles Lavezzi et la Sardaigne de l'autre. Dans le golfe, l'émergence du causse bonifacien éclaire le littoral opposé de sa roche pâle.

Si le Sud de Capicciolu est parsemé de sources, bergeries et anciens murets de pierres, traces de son passé pastoral, l'avancée vers la pointe est plus sauvage : grâce à son relief très escarpé, mêlant côtes rocheuses abruptes et vallons boisées. Punta di u Capicciolu est restée sauvage et peu accessible, l'accès à l'extrémité de la pointe n'étant guidé par aucun sentier.

Avancée de terre sur la mer : la presqu'île de Capicciolu

Tour génoise de Capicciolu édifiée au XVIè s. face aux îles Lavezzi



Plage des Tamaris et départ de sentier depuis l'aménagement du Conservatoire du Littoral

Couché de soleil hivernal dans le fond du golfe de Santa Manza

Ouverture visuelle sur l'ensemble du golfe de Santa Manza depuis la presqu'île de Capicciolu et ancien mur de clôture

Prisé des pêcheurs pour son petit port, Gurgazu est un hameau côtier du golfe de Santa Manza. Depuis ce port, un chapelet de criques de sables fins dessinent la côte de douces volutes, souligné par le fil de la route qui échoue à Punta di a Nava. Une végétation basse de maquis permet de deviner l'enfilade de plages, ceinturées de tamaris.

La perception du golfe est ici plus réduite, car Capu Biancu et Capicciolu ferment l'espace, comme un "golfe dans le golfe".

Ajoutés à ces plages la présence d'un plan incliné de mise à l'eau, de paillottes et restaurants, Gurgazu a de nombreuses raisons d'être convoité, et sa fréquentation est amplifiée à la belle saison.

Vue depuis le petit port de pêche

Gurgazu

Les plates d'aquaculture, motif du port

Punta di a Nava

SEQUENCE PLAGE DE MAORA - au coeur de l'anse

Accessible par une piste depuis la route départementale, la plage de Maora, très fréquentée l'été, offre une vue sur l'ensemble de l'anse formant le coeur du Golfe de Santa Manza. De part et d'autre de cette plage au sable ocre, les falaises forment un cirque et cadrent la perspective du littoral jusqu'à l'ouverture du golfe sur l'horizon. L'aspect clos de ce "golfe dans le golfe" insuffle un sentiment de protection, les échelles sont réduites et l'on s'y sent comme l'oiseau dans son nid.

Une zone relativement humide peuplée de phragmites et de Cannes de Provence, et un marais saumâtre précèdent la plage, qui se laisse découvrir avec surprise derrière cette végétation.

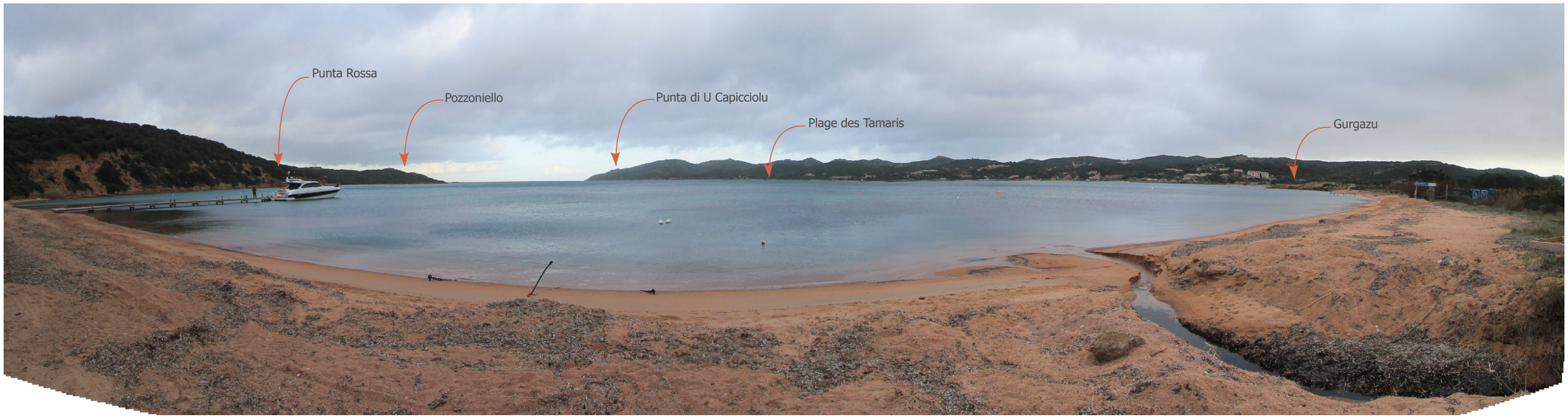
L'enjeu est de conserver ici cette perspective visuelle qui permet la lecture géographique et paysagère du Golfe.

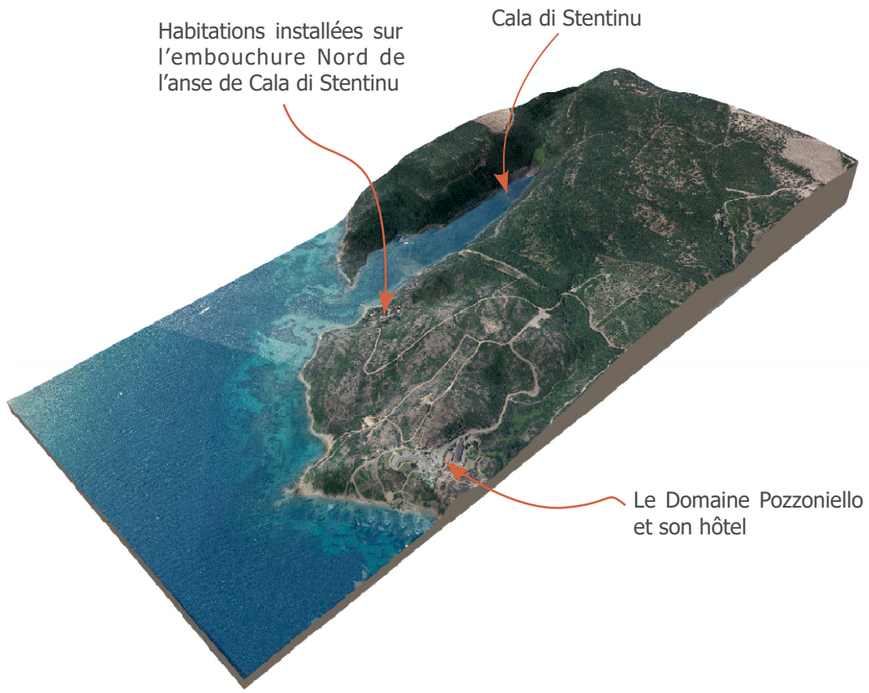
A la belle saison, de petits bateaux viennent s'ancrer près de la plage

Restaurant installé sur la plage de Maora

Percée sur le Golfe de Santa Manza et la plage de Maora depuis la route départementale 58

Zone humide en arrière de plage





Visible essentiellement depuis la rive opposée, Cala di Stentinu apparait comme un bras fin et sinueux, une annexe au golfe de Santa Manza.

Embouchure du ruisseau de Canali, qui a creusé un petit vallon depuis la route territoriale 10 qui le contourne, les rives de l'anse sont difficilement accessibles par la terre, même si quelques maisons se sont installées au Nord de l'embouchure.

Le secteur de Pozzoniello est le plus urbanisé du périmètre. La route débouche sur une parcelle privée avec un hôtel quatre étoiles érigé au bord de la falaise et surplombant la mer. La petite plage située au pied de l'hôtel n'est accessible qu'aux résidents.

Depuis Capicciolu, la séquence artificialisée de Pozzoniello contraste avec le reste du littoral.

Le Domaine Pozzoniello et sa plage privée

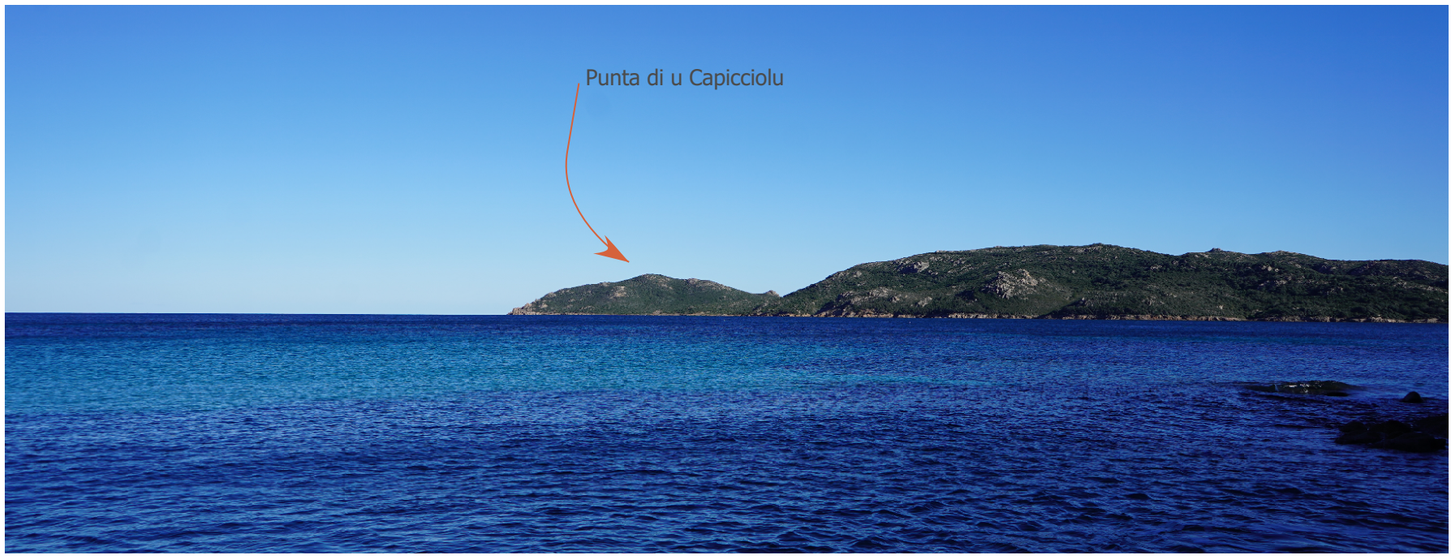
SEQUENCE CANETTO - crique confidentielle

Canetto, situé au pied de la falaise calcaire, est constitué d'une plage et d'un étang à l'arrière. Cet étang était à l'origine l'estuaire d'un petit ruisseau, mais il fût transformé en une succession de 4 bassins communiquant entre eux par des chenaux. Ce milieu saumâtre est très riche en matière organique, aux alentours on y trouve chêne verts, arbousiers et cistes.

On accède à la plage en longeant les bassins, parcourant une piste. La plage, plus petite et plus discrète que celle de Balistra apparait comme un lieu intimiste, abrité. La vision de la côte opposée rassure et conforte l'idée de plage confidentielle. Surplombé au nord par les falaises blanches de 30 mètres de haut, Canetto semble niché au fond d'une crique. Sur l'horizon s'étire la pointe de Capicciolu, aussi sauvage que Capu Biancu.

Il s'agit de préserver en priorité la vue immédiate sur Capu Biancu et de ne pas venir obstruer l'ouverture sur le grand large.

Capu Biancu



SEQUENCE CAPU BIANCU - rebord du piale

Rappel du Piale calcaire de Bonifacio, Capu Biancu contraste fortement avec les falaises granitiques du golfe.

Cet affleurement calcaire isolé à l'entrée de l'anse est à la fois un point de repère dans le paysage et un motif particulier du golfe, symbolisant la rencontre des deux couches géologiques de l'extrême-sud de la Corse (Cf. carte géologique). Il est le résultat de la minéralisation de sédiments déposés par une mer disparue. Aujourd'hui, il apparait comme la porte d'entrée dans l'anse de Santa Manza depuis la mer, et, depuis les terres, il semble vouloir retenir ses visiteurs.

Un sentier permet d'accéder à Rocchi Bianchi (au bout du Capu Biancu) et de surplomber ainsi la plage de Canetto, et l'étang du même nom.

Les falaises sont essentiellement visibles depuis la rive sud du golfe de Santa Manza, de Gurgazu à la pointe de Capicciolu, même si depuis la côte nord, notamment de Punta di Rondinara on devine assez nettement le rebord du plateau Est, plongeant dans l'eau.

Pour cette séquence, l'enjeu est d'éviter de rompre cette co-visibilité en laissant une large ouverture au pied de l'affleurement calcaire. En effet, la pureté de cette roche singulère qui fait l'essence de Bonifacio, doit être préservée autant que possible.

Vue sur Capu Biancu depuis Capicciolu à conserver

Plongée de Capu Biancu dans la mer, vue depuis la fin de la plage de Balistra

Vue sur Capu Biancu depuis la plage de Canetto

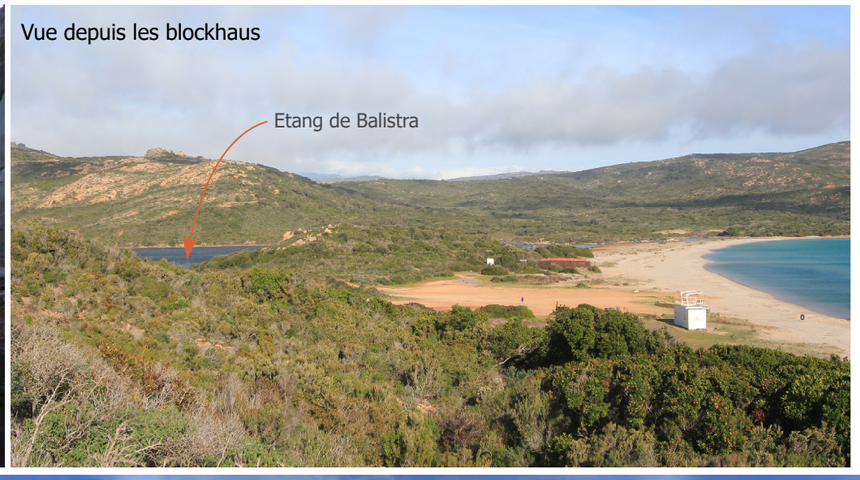
Capu Biancu ouvre l'anse de Santa Manza à l'ensemble plus large du golfe.

SEQUENCES BALISTRA ET GIANNONE - fil de sable entre mer et étang

Vue depuis la limite nord de la plage

Lieu de rencontre des eaux de mer et étang

Vue depuis la limite sud de la plage



La plage de Balistra forme un fin cordon entre la mer et l'étang, lagune d'une centaine d'hectares alimentée par les ruisseaux de Riccinu et Francolu. "La plage et le cordon lagunaire qui s'allongent sur près d'un kilomètre hébergent des habitats sableux et des associations végétales caractéristiques dans ce type de milieux." (Site du Conservatoire du Littoral)

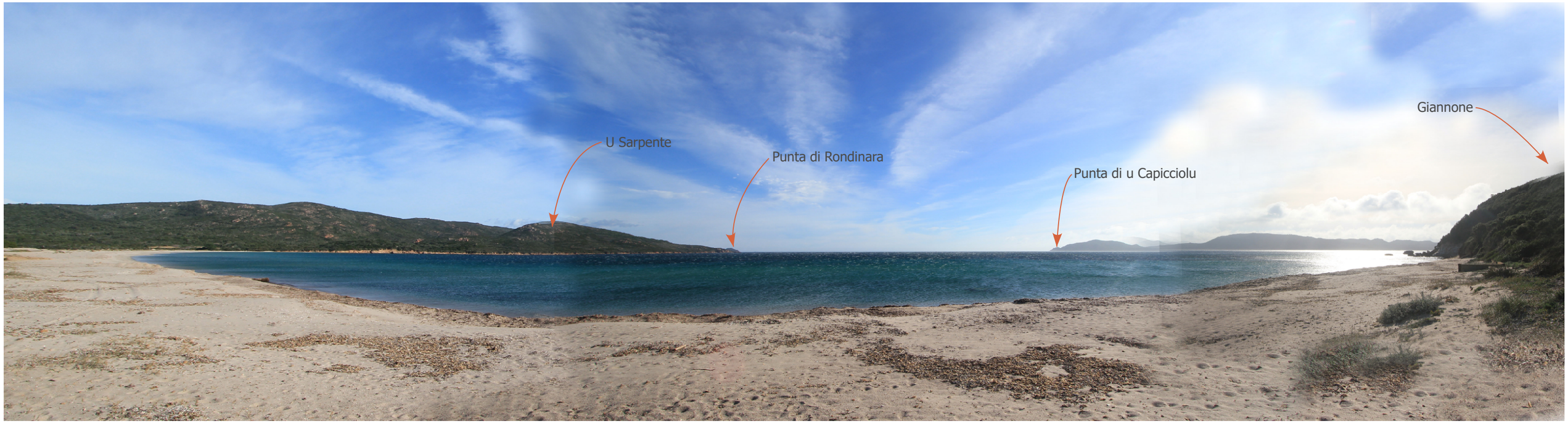
Accessible par une piste depuis la T10, la plage accueille un public nombreux en période estivale, et la forte fréquentation du site et la circulation ont engendré la dégradation de ces milieux fragiles.

A l'arrière de la plage, des sentiers mènent aux vestiges de blockhaus, et permettent de découvrir une vue plus large sur le golfe. Ici, la longueur de la plage est proportionnelle à la perception du golfe de Santa Manza : vaste étendue de bleu marin.

La plage marque la transition entre la roche granitique cuivrée au nord et le rappel lumineux du causse au sud.

Le vallon et l'étang forment un couloir dans lequel le vent d'ouest s'engouffre, amplifié par la présence du Monte Rossu au nord et d'un plus petit monticule au sud. Cela ne permet pas toujours aux bateaux de mouiller devant la plage, le long des falaises di u Sarpente.

Entre Capu Biancu et Balistra, le lieu-dit Giannone est resté très sauvage, mais compte cependant quelques habitations en bord de falaise, ce qui rend l'accès au littoral très difficile.



SEQUENCE RUNDINARA - doux décroché

Sentier entre deux eaux pour accéder à Punta di Rondinara

La côte Nord du golfe de Santa Manza, sauvage et effilée

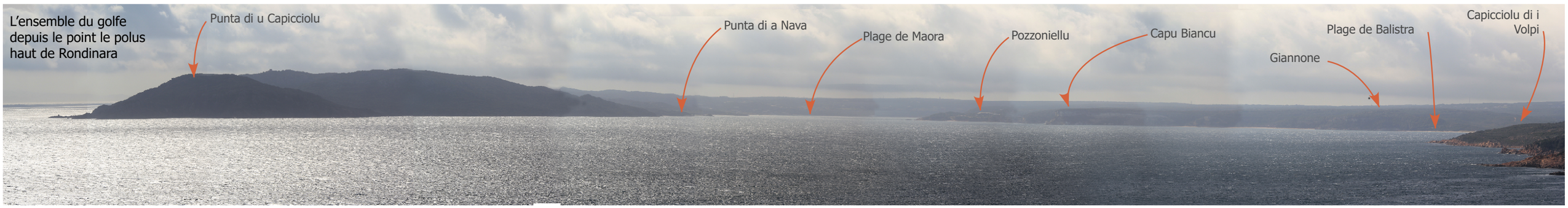
Depuis la plage au sud de la baie de Rondinara, Capicciolu di i Volpi sur la droite, u Capicciolu sur la gauche

L'anse de Rundinara décrit une courbe parfaite soulignée par des rochers roux au-dessus de l'eau claire. Très fréquenté pour sa plage de sable fin (élu à plusieurs reprises "plus belle plage de France"), ce site a la particularité de réunir en un même paysage des ambiances très différentes. Le relief granitique de la presqu'île contrastant avec l'eau turquoise et les rondeurs de la baie. Une fois encore, l'on trouve à l'arrière du cordon dunaire le petit étang saumâtre de Prisarella.

Depuis la pointe de Rundinara à laquelle on accède par un sentier entre deux eaux, une large vue panoramique embrasse tout le Golfe de Santa'Manza au sud, et permet d'apprécier et lire les différentes pointes qui se détachent le long du littoral (Capu Biancu, Pozzoniello, Capicciolu).

La roche blanche de Capu iancu est visible depuis Punta di Rondinara

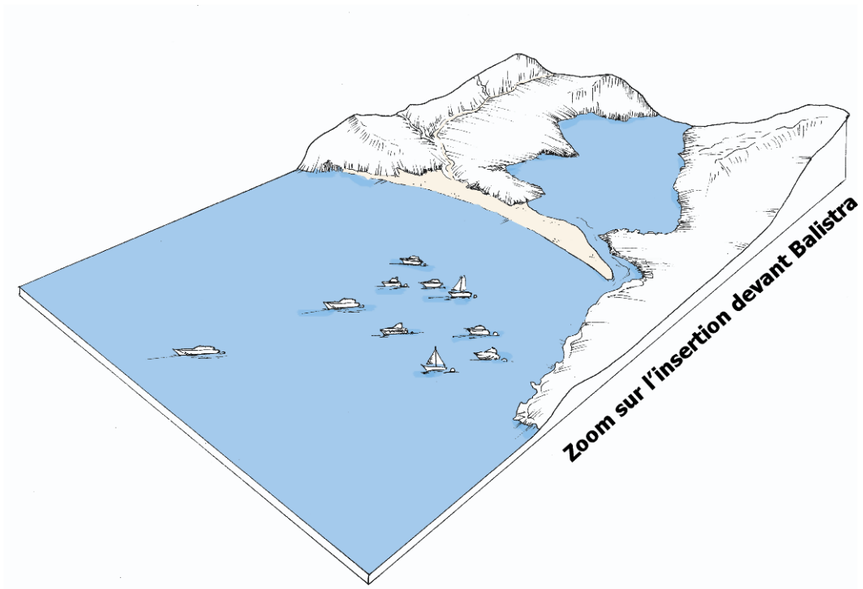
L'ensemble du golfe depuis le point le polus haut de Rondinara

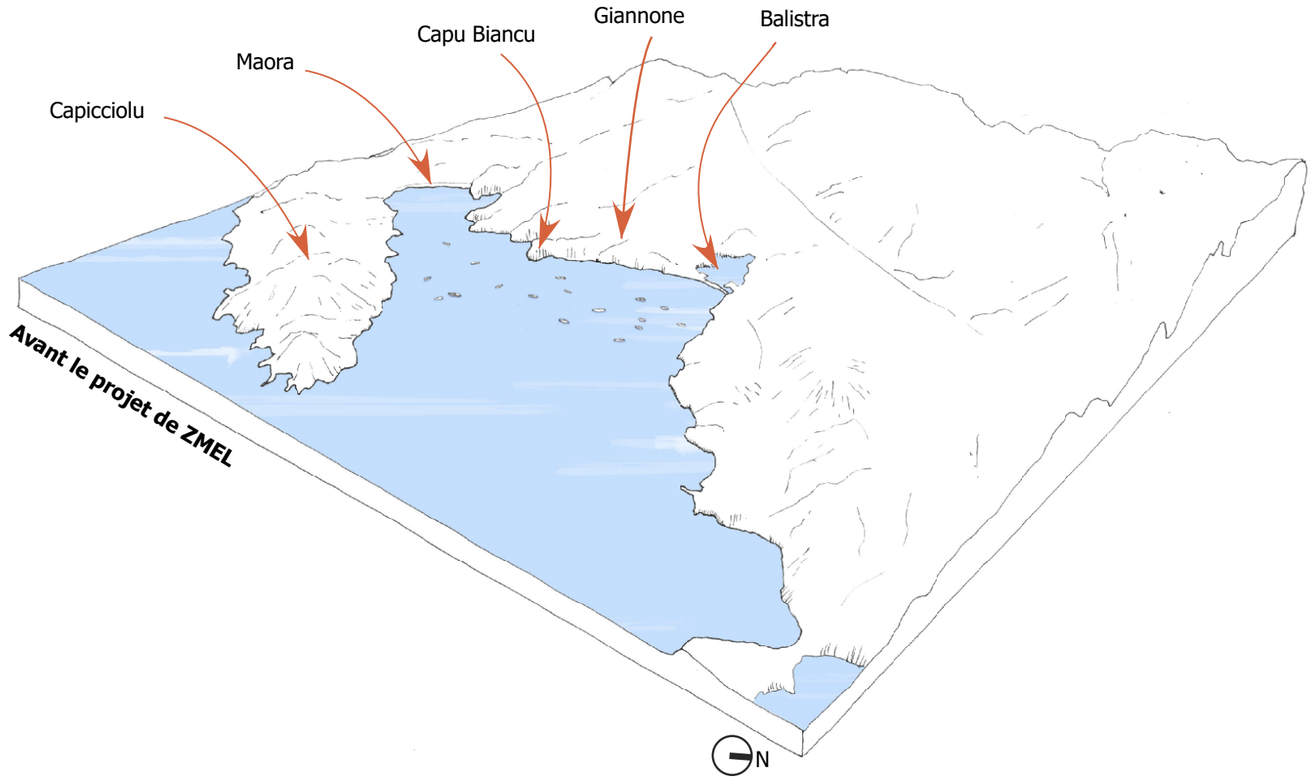


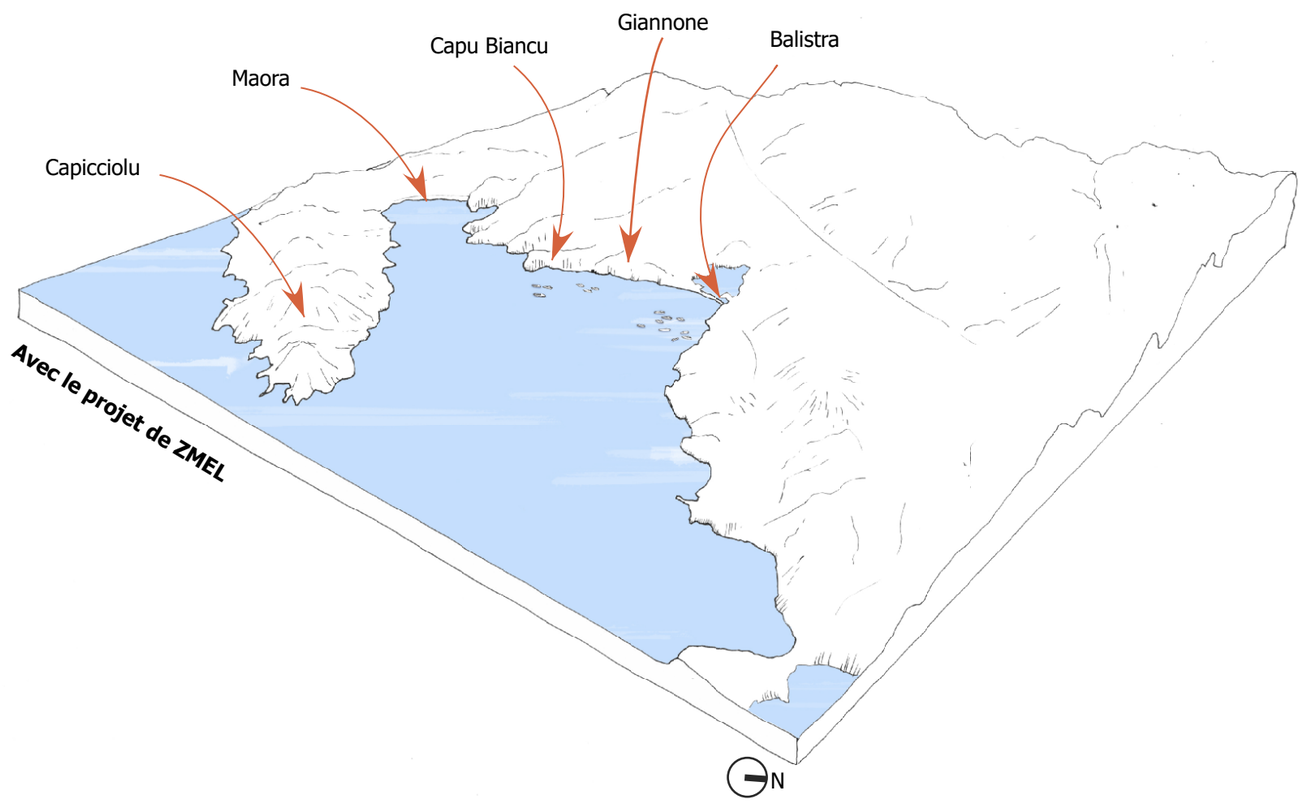
Synthèse

L'étude paysagère à l'échelle du Golfe de Santa Manza a permis de déterminer les séquences devant lesquelles le mouillage ne doit pas se faire. En premier lieu, la co-visibilité entre la pointe de Capicciolu et Capu Biancu est à conserver. Il en va de même pour la perspective visuelle depuis Maora sur l'ensemble de l'anse.

En conclusion, pour préserver le paysage du golfe, l'insertion des zones de mouillage pourrait se faire en deux poches relativement denses : une première entre Capu Biancu et Giannone et une seconde devant la plage de Balistra. L'ouverture visuelle est conservée grâce à la coupure entre les deux zones de mouillage.







INSERTION PAYSAGERE DE LA ZMEL - depuis Balistra

La localisation des bateaux, relativement éloignés des côtes et notamment des plages, permet une bonne lecture de l'espace et des paysages environnants. L'impact visuel des bateaux, redouté depuis la plage de Balistra, est limité : le recul depuis le littoral, permis par l'implantation de la zone de mouillage ne dévalorise pas l'ouverture sur le golfe de Santa Manza, notamment sur la pointe de Capicciolu, si précieuse. La configuration de la zone de mouillage, scindée en deux groupes, conserve cette échappée visuelle.

INSERTION PAYSAGERE DE LA ZMEL - depuis Capicciolu

Annexe 10. Note d'optimisation des possibilités d'amarrage - BRLi, mai 2023

COFFRES DE MOUILLAGE POUR LA GRANDE PLAISANCE

Note d'optimisation des possibilités d'amarrage

V1 – 04/05/2023

BRL Ingénierie

BRL ingénierie

1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001
30001 NIMES CEDEX 5

Date du document	04/05/2023
Contact	Line Babiol

Titre du document	Note d'optimisation des possibilités d'amarrage
Référence du document :	A00716_NDC_optimisation
Indice :	V1

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
21/04/2023	V0	Version initiale	KOU/BDI	BDI/LBA
04/05/2023	V1	Optimisation des efforts	KOU/BDI	BDI/LBA

ETUDES DE FAISABILITE POUR LA CREATION DES COFFRES DE MOUILLAGE POUR LA GRANDE PLAISANCE

Note d'optimisation des possibilités d'amarrage

1 CONTEXTE ET OBJET DU RAPPORT 9
2 HYPOTHESES DE CALCUL 10
2.1 Dimensions et poids propre des lests 10
2.2 2Bateaux projet 10
2.3 Vents 11
2.4 Houle 13
2.5 Courant 13
2.6 Geotechnique 14
2.7 Combinaisons de calcul 14
3 METHODOLOGIE 15
3.1 Calcul des efforts d'amarrage 15
3.1.1 Effort dû au courant 15
3.1.2 Effort dû au frottement de l'eau 16
3.1.3 Effort dû au vent 16
3.1.4 Effort dû à la houle 17
3.2 Verification de la stabilite externe 17
4 RESULTATS 20
4.1 Étude du coffre 1 (26 t) 20
4.1.1 Bateaux de 24 m à 40 m 20
4.1.2 Bateaux de 40 m à 45 m 21
4.1.3 Bateaux de 45 m à 50 m 22
4.2 Étude du coffre 2 23
4.2.1 Bateaux de 50 m à 60 m 23
4.2.2 Bateaux de 60 m à 65 m 24
4.2.3 Bateaux de 65 m à 70 m 25
4.3 Synthese verifications des lests (seuls) 27
5 VERIFICATIONS COMPLEMENTAIRES 28
5.1 Cercles d'evitage 28
5.2 Tirants d'eau 28
5.3 Équipements 30
6 CONCLUSION 32

BRL Ingénierie

BIBLIOGRAPHIE **34**
ANNEXES **35**
Annexe 1. Cercles d'évitage des différentes zones 37

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Propriétés pressiométriques des sols – ROSA 2000 14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Dimensions des coffres étudiés 10
Tableau 2 : Dimensions des bateaux à étudier 10
Tableau 3 : Caractéristique des bateaux – étude technique BRLi 11
Tableau 4 : Définition des conditions de vent 1 12
Tableau 5 : Définition des conditions de vent 2 12
Tableau 6 : Définition des conditions de vent 3 12
Tableau 7 : Définition des conditions de vent 4 12
Tableau 8 : Caractéristiques géotechniques 14
Tableau 9 : Tirant d'eau des navires admis suivants les zones des coffres 29
Tableau 10 : Récapitulatif des possibilités d'amarrage 32

1 CONTEXTE ET OBJET DU RAPPORT

Afin d'optimiser les possibilités d'amarrage de la ZMEL de San't Amanza, sans pour autant devoir créer de coffres supplémentaires, il est demandé la possibilité d'étudier :

- Le passage de bateaux de 40m à 45m voire 50m sur les petits coffres ;
- Le passage de bateaux de 60m à 70m sur les grands coffres.

Le tout en faisant évoluer les conditions dans lesquelles les bateaux peuvent amarrer.

Seule une étude d'amarrage statique sera réalisée conformément au PRO de l'étude initiale qui avait montré que l'étude d'amarrage dynamique concluait à des efforts moins importants que l'étude d'amarrage statique.

2 HYPOTHESES DE CALCUL

2.1 DIMENSIONS ET POIDS PROPRE DES LESTS

Les deux types de lests étudiés sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Type de coffre	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids
Lest 1	3,2 m	3,2 m	0, 9 m	252 kN
Lest 2	3,2 m	3,2 m	1,25 m	450 kN

Tableau 1 : Dimensions des coffres étudiés

Nota : ces lests sont déjà en place dans le golfe de San't Amanza.

2.2 2BATEAUX PROJET

Les classes de bateaux suivantes seront étudiées :

Lest 1	**24 à 40 m***	40 à 45 m	45 à 50m
Lest 2	**50 à 60 m***	60 à 65 m	65 à 70 m

Tableau 2 : Dimensions des bateaux à étudier

*** Les lests 1 et 2 ont initialement été dimensionnés pour les classes de bateau en gras dans le tableau ci-dessus.**

Pour rappel, **les caractéristiques des classes de bateaux initialement étudiés** pour dimensionner les lests sont les suivants :

Classes des bateaux		24 à 40 m	40 à 60 m
Longueur		40 m	60 m
Largeur		9 m	12 m
Tirant d'eau		4 m	5 m
Surface exposée au vent	Longitudinale	200 m2	430 m2
	Transversale	56 m2	105 m2
Surface exposée au courant	Longitudinale	160 m2	300 m2
	Transversale	36 m2	60 m2

Les caractéristiques des bateaux supplémentaires étudiées sont basées sur les éléments issus de l'étude technique de BRLi [1] :

Classes des bateaux		Classes de bateau pour lest 1		Classes de bateau pour lest 2	
		40 m à 45 m	**45m à 50 m**	**60m à 65m**	**65m à 70m**
Longueur		45 m	50 m	65 m	70 m
Largeur		10 m	11 m	13 m	14 m
Tirant d'eau		4,5 m	4,75 m	5,5 m	6 m
Surface exposée au vent	**Longitudinale**	270 m2	300 m2	550 m2	650 m2
	Transversale	70 m2	80 m2	125 m2	150 m2
Surface exposée au courant	**Longitudinale**	200 m2	250 m2	325 m2	350 m2
	Transversale	38 m2	40 m2	64 m2	68 m2

Tableau 3 : Caractéristique des bateaux – étude technique BRLi

Il a été retenu dans le rapport Projet réalisé par SOFID [2] un angle entre la ligne d'amarrage et l'horizontale d'environs 40° pour les bateaux de 24 à 40m et d'environs 37° pour les bateaux de 40 à 60 m pour le calcul des efforts verticaux.
Ces angles sont fonction du tirant d'eau et des longueurs de ligne disponible, nous retiendrons donc dans cette étude un angle de 40° pour les navires sur le lest 1 et 37° pour les navires sur le lest 2.

2.3 VENTS

Les actions de vent telles que définies dans le rapport de Projet de Sofid [2] sont les suivantes :

- Aux ELS : une vitesse de vent de 49km/h (limite Beaufort 6) soit 13,61 m/s (vitesse moyennée sur 10 min)
- Aux ELU : une vitesse de vent de 17,5 m/s (limite Beaufort 7) (vitesse moyennée sur 10 min)

Afin de tenir compte d'une vitesse moyennée sur 30 s, ces vitesses sont multipliées par un coefficient de 1,25.

Pour cette étude, il est considéré la vitesse de vent moyennée sur 60 s selon les recommandations du ROSA 2000 (x 1.32 environ)

En moyennant les vitesses de vent sur 60 s nous obtenons les vitesses suivantes :

Cas 1 (correspond aux vitesses de vent défini dans le rapport Projet de Sofid et aux limites d'exploitations actuelles)

Combinaison	Echelle de Beaufort	Vitesse (km/h moyennée sur 10 min)	Vitesse (m/s moyennée sur 10 min)	Vitesse (km/h moyennée sur 60 s)
ELS	6	49 km/h	13 ,61 m/s	**16,12 m/s**
ELU	7	63 km/h	17,5 m/s	**21,39 m/s**

Tableau 4 : Définition des conditions de vent 1

Cas 2

Combinaison	Echelle de Beaufort	Vitesse (km/h moyennée sur 10 min)	Vitesse (m/s moyennée sur 10 min)	Vitesse (km/h moyennée sur 60 s)
ELS	5	39 km/h	10,83 m/s	**12,82 m/s**
ELU	6	49 km/h	13 ,61 m/s	**16,12 m/s**

Tableau 5 : Définition des conditions de vent 2

Cas 3

Combinaison	Echelle de Beaufort	Vitesse (km/h moyennée sur 10 min)	Vitesse (m/s moyennée sur 10 min)	Vitesse (km/h moyennée sur 60 s)
ELS	4	30 km/h	8,33 m/s	**9,86 m/s**
ELU	5	39 km/h	10 ,83 m/s	**12,82 m/s**

Tableau 6 : Définition des conditions de vent 3

Cas 4

Combinaison	Echelle de Beaufort	Vitesse (km/h moyennée sur 10 min)	Vitesse (m/s moyennée sur 10 min)	Vitesse (km/h moyennée sur 60 s)
ELS	3	20 km/h	5.56 m/s	**6,58 m/s**
ELU	4	30 km/h	8.33 m/s	**9,86 m/s**

Tableau 7 : Définition des conditions de vent 4

Les vitesses de vent sont réduites (cas 1> cas 2> cas 3 > cas 4) jusqu'à vérifier l'ensemble des éléments d'amarrage (lests, chaînes, coffre, etc..)

Le coefficient de forme Cv est pris égal à 1,3.

L'angle d'attaque du vent est considérée à 0° par rapport à l'axe longitudinal du navire.

2.4 HOULE

La houle de calcul utilisée dans le rapport Projet de Sofid [2] a les caractéristiques suivantes :

- Hs = 1m
- Tp = 12 s

L'étude ne tiendra pas compte de différentes caractéristiques de houle car les efforts apportés par celle-ci ne représentent qu'environ 5% de l'effort total, l'impact des conditions de houle (pour des houles entre 0 et 1 m) sur la stabilité des lests est donc négligeable. On retient donc une houle de 1 m pour l'ensemble de l'étude.

Il est considéré un angle de 10° entre le vent et la houle afin de tenir compte de la simultanéité des évènements.

2.5 COURANT

La vitesse de courant retenue est de 0,5m/s.

Il est considéré un angle de 10° entre le vent et le courant afin de tenir compte de la simultanéité des évènements.

Les coefficients relatifs aux calculs des courants retenus sont les suivants :

Coefficient adimensionnel de forme transversale (Ct)	Selon les formules ci-dessous
Coefficient adimensionnel de forme longitudinale (Cl)	Cl = 0.6 (valeur maximale)
Coefficient adimensionnel de frottement (Cr)	Cr =0.004 (valeur maximale)

Le coefficient Ct se calcule comme suit en fonction du rapport entre la hauteur d'eau (H) et le tirant d'eau du bateau (D):

- Si H/D=6, Ct = 1.0
- Si H/D=3, Ct = 1.7
- Si H/D=2, Ct = 2.7
- Si H/D=1.5, Ct = 3.8
- Si H/D=1.1, Ct = 5.7

Pour les valeurs intermédiaires il est réalisé une interpolation linéaire.

Les valeurs de hauteur d'eau utilisées sont H = 7 m pour les bateaux jusqu'à 50m et H = 10m au-delà. Ce choix a été fait en considérant les profondeurs mesurées lors du diagnostic de site représenté au chapitre 3.2 du rapport PRO [2]. Des mesures ont été réalisées sur 6 points représentatifs. La profondeur minimale pour les points correspondant aux coffres de 26t est de 7m et celle pour le coffre de 46t est de 11m arrondis à 10m. Le choix de ces valeurs pour H permet de maximiser les valeurs du coefficient Ct.

2.6 GEOTECHNIQUE

Le sol rencontré est constitué de sables (fins ou grossiers selon la zone).

Les paramètres retenus sont les suivants

- Angle phi' = 36°
- Cohésion c' = 0 kPa
- δ = 2/3 phi = 24° (lest préfabriqué)

Afin de vérifier la portance du sol, il est nécessaire d'avoir des données pressiométriques. En l'absence de données, nous nous basons sur les recommandations du ROSA 2000 [3].

En retenant les caractéristiques des sables vaseux, Em = 2000 kPa et pl = 500 kPa

Figure 1 : Propriétés pressiométriques des sols – ROSA 2000

PROPRIETES PRESSIOMETRIQUES

Nature du sol	Module pressiométrique (MPa)	Pression limite (MPa)
vases et tourbes	0,2 - 1,5	0,02 - 0,15
argiles molles	0,5 - 3,0	0,05 - 0,30
argiles plastiques	3,0 - 8,0	0,30 - 0,80
argiles raides	8,0 - 40,0	0,60 - 2,00
marnes	5,0 - 100,0	0,60 - 6,00
sables vaseux	0,5 - 2,0	0,10 - 0,50
limons	2,0 - 10,0	0,20 - 1,50
sables et graviers	8,0 - 100,0	1,20 - 5,00
sables sédimentaires	7,5 - 40,0	1,00 - 5,00
roches calcaires	80,0 - 20 000,0	3,00 - plus de 10,00
remblais récents	0,5 - 5,0	0,05 - 0,30
remblais anciens	4,0 - 15,0	0,40 - 1,00
remblais graveleux récents bien compactés	10,0 - 15,0	1,00 - 2,50

En retenant les caractéristiques des sables vaseux, Em = 2000 kPa et pl = 500 kPa

phi	C'	Delta/phi	delta	Em	pl	Coeff rhéologique
36°	0 kPa	2/3	24°	2000 kPa	500 kPa	0.33

Tableau 8 : Caractéristiques géotechniques

2.7 COMBINAISONS DE CALCUL

Le coefficient partiel relatif au poids propre est pris à 1 aux ELU

Les efforts d'amarrage calculés avec les caractéristiques de vent, de houle et de courant seront majorés d'un coefficient 1,4 afin de tenir des effets dynamiques et rester cohérent avec les calculs du rapport de phase projet de Sofid [2].

Les efforts obtenus avec le vent de calcul à l'ELS sont pondérés ensuite par un coefficient 1,3 pour obtenir les valeurs ELU et vérifier la stabilité externe du coffre. **Ce cas sera appelé dans la suite ELU_1, à ne pas confondre avec le cas ELU pour lequel une vitesse de vent plus importante est utilisée.**

3 METHODOLOGIE

Les coefficients de calcul des efforts ont été choisis de façon à les maximiser tout en restant sur des efforts similaires à ceux calculés dans le rapport Projet de Sofid. L'étude des classes de bateaux 24m à 40m et 50m à 60m a permis d'étalonner le choix des coefficients.

3.1 CALCUL DES EFFORTS D'AMARRAGE

3.1.1 Effort dû au courant

L'effort dû au courant se calcule selon les formules suivantes :

$$F_{pT} = (\rho_w / 2) \cdot C_T \cdot U^2 \cdot A_L \cdot \sin\alpha$$

$$F_{pL} = (\rho_w / 2) \cdot C_L \cdot U^2 \cdot A_T \cdot \cos\alpha$$

Modification de ROSA 2000 pour F_{pl} en incluant le « cos α »

$$F_p = (F_{pL}^2 + F_{pT}^2)^{0.5}$$

Avec :

- F_{pT} : la composante de la force transversale au navire,
- F_{pL} : la composante de la force longitudinale au navire,
- U : la vitesse du courant à une profondeur égale à la moitié du tirant d'eau du navire (moyenne sur 1 minute),
- α : l'angle entre la direction du courant et l'axe du navire,
- A_L : la surface du maître-couple longitudinal du navire (projection transversale, c'est-à-dire sur un plan longitudinal) : « la section immergée la plus grande »,
- A_T : la surface du maître-couple transversal du navire (projection longitudinale, c'est-à-dire sur un plan transversal) : « la section immergée la plus petite
- C_T : le coefficient adimensionnel de forme transversale
- C_L : le coefficient adimensionnel de forme longitudinale, variant entre 0,2 et 0,6 selon les formes géométriques du navire, (Sécuritairement, nous fixerons à 0.6)
- ρ_w : la masse volumique de l'eau.

3.1.2 Effort dû au frottement de l'eau

L'effort dû au courant se calcule selon les formules suivantes :

$$F_{fT} = (\rho_w / 2) \cdot C_r \cdot U^2 \cdot A'_T \cdot \sin^2(\alpha)$$

$$F_{fL} = (\rho_w / 2) \cdot C_r \cdot U^2 \cdot A'_L \cdot \cos^2(\alpha)$$

$$F_f = (F_{fL}^2 + F_{fT}^2)^{0.5}$$

Avec :

- F_{fT} : la composante de la force transversale au navire,
- F_{fL} : la composante de la force longitudinale au navire,
- U : la vitesse du courant à une profondeur égale à la moitié du tirant d'eau du navire (moyenne sur 1 minute),
- α : l'angle entre la direction du courant et l'axe du navire,
- A'_L : la surface du maître-couple longitudinal du navire (projection transversale, c'est-à-dire sur un plan longitudinal) : « la section immergée la plus grande »,
- A'_T : la surface du maître-couple transversal du navire (projection longitudinale, c'est-à-dire sur un plan transversal) : « la section immergée la plus petite »,
- C_r : le coefficient adimensionnel de frottement, variant entre 0,004 pour les navires anciens ou fraîchement carénés et 0,001 pour les navires neufs, (On considérera 0.004.)
- ρ_w : la masse volumique de l'eau.

3.1.3 Effort dû au vent

L'effort dû au vent se calcule selon les formules suivantes :

$$R = (\rho_{air} / 2) \cdot C_v \cdot V^2 \cdot (A_T \cos^2(\alpha) + A_L \sin^2(\alpha))$$

$$\tan(\varphi) = \tan(\alpha) \cdot A_L / A_T$$

$$F_T = R \cdot \sin(\varphi)$$

$$F_L = R \cdot \cos(\varphi)$$

Avec :

- R : la résultante de l'effort dû au vent, inclinée de α sur l'axe longitudinal
- F_T : la composante de la force transversale au navire,
- F_L : la composante de la force longitudinale au navire,
- V : la vitesse du vent au centre de poussée du navire. Par sécurité, nous retiendrons les valeurs de vents instantanées.
- α : l'angle entre la direction du courant et l'axe du navire,
- A_L : la surface du maître-couple longitudinal du navire (projection transversale, c'est-à-dire sur un plan longitudinal) : « la section des superstructures la plus grande »,
- A_T : la surface du maître-couple transversal du navire (projection longitudinale, c'est-à-dire sur un plan transversal) : « la section des superstructures la plus petite »,

- C_v : le coefficient de forme issu d'essais en soufflerie, compris entre 1,0 et 1,3 (On considérera 1.3)
- ρ_w : la masse volumique de l'eau.

3.1.4 Effort dû à la houle

L'effort dû à la houle se calcule selon les formules suivantes :

$$F_T = \rho_w \cdot g \cdot C_f \cdot C_d \cdot H^2 \cdot D \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_L = \rho_w \cdot g \cdot C_f \cdot C_d \cdot H^2 \cdot D \cdot \cos(\alpha)$$

Avec :

- F_T : la composante de la force transversale au navire,
- F_L : la composante de la force longitudinale au navire,
- H : la hauteur de la houle incidente.
- α : l'angle entre la direction du courant et l'axe du navire,
- D : la longueur projetée du navire perpendiculairement à la direction de propagation de la houle,
- C_f : un coefficient adimensionnel de flottaison, dépendant du rapport entre la longueur d'onde de la houle (L) et le tirant d'eau du navire (t0), variant entre 0,0 et 0,064
- C_d : un coefficient adimensionnel de profondeur relative, dépendant du rapport entre la longueur d'onde de la houle (L) et la hauteur d'eau (h), variant entre 1,1 et 2,0
- ρ_w : la masse volumique de l'eau.

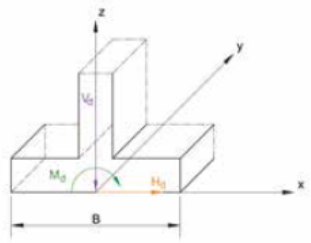
NB : Le ROSA 2000 préconise un coefficient dynamique de 1.25 sur l'ensemble des efforts, nous prendrons un coefficient de 1,4 afin de rester cohérent avec le rapport Projet de Sofid et d'être plus sécuritaire.

3.2 VERIFICATION DE LA STABILITE EXTERNE

La vérification de la stabilité externe du coffre est menée selon la norme NF P 94 261 portant sur les fondations superficielles.

VERIFICATION DE L'EXCENTREMENT DE LA CHARGE :

L'inclinaison de l'effort crée un moment Md = H * h, avec h la hauteur de l'application de l'effort horizontal. L'excentrement e de la charge verticale est alors calculé comme suit :

Semelle filante de largeur *B*	$e = \frac{M_d}{V_d}$	

Il convient de vérifier l'excentrement de la charge aux ELU, à l'ELS caractéristique et à l'ELS quasi-permanent selon les inégalités ci-dessous :

- A l'ELU fondamental $\left(1-\frac{2e}{B}\right)\geq\frac{1}{15}$
- A l'ELS caractéristique $\left(1-\frac{2e}{B}\right)\geq\frac{1}{2}$
- A l'ELS quasi-permanent $\left(1-\frac{2e}{B}\right)\geq\frac{2}{3}$

Nous effectuerons ici les vérifications à l'ELU fondamental et à l'ELS caractéristique car l'ELS Quasi-permanent n'est pas dimensionnant.

LE GLISSEMENT A L'ELU :

IL convient de vérifier la relation suivante conformément à la norme « NF P 94-261 »

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$$

Avec :

$$R_{h;d} = \frac{V_d \cdot \tan\delta_{a;k}}{\gamma_{R;h} \cdot \gamma_{R;d;h}}$$

en conditions drainées

H_d : valeur de calcul de la composante horizontale

$R_{h;d}$: valeur de calcul de la résistance ultime par glissement

$R_{p;d}$: butée mobilisable (égale à zéro ici)

$\gamma_{r,h} = 1{,}1$ facteur partiel pour la résistance au glissement (vaut 1,1 à l'ELU)

$\gamma_{rd,,h} = 1{,}1$ coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance ultime au glissement

Nous vérifierons dans la suite que $\gamma_{rd,,h} * \gamma_{r,h} < R_{h,d}/H_d$

LA PORTANCE A L'ELS ET A L'ELU :

Il convient de vérifier la portance conformément à la norme « NF P 94 – 261 » à l'aide de la relation suivante :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

$$R_0 = A \cdot q_0$$

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;v}\gamma_{R;d;v}} = \frac{A i_e q_{net}}{\gamma_{R;v}\gamma_{R;d;v}}$$

Vd : valeur de calcul de la charge verticale transmise par la fondation

$R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance ultime du terrain

R_0 : valeur du poids de sol constitué du volume de la fondation située sous le niveau du terrain après travaux et des sols compris entre cette fondation et le niveau du terrain après travaux

	ELS quasi-permanents [13.4]	ELS caractéristiques [13.4]	ELU durables et transitoires [9.1 (3)]	ELU accidentels [9.7]
$\gamma_{R;v}$	2,3	2,3	1,4	1,2

$\gamma_{rd,,h}$ vaut 1,2 lorsque $q_{_net}$ est déterminé à partir de la méthode pressiométrique.

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\beta i_\delta \quad [Formule\ D.2.1\ NF\ P94\text{-}261]$$

Avec :

k_p : facteur de portance pressiométrique dont la méthode de calcul est donnée dans le paragraphe 2.2.4 du présent chapitre ;

p_{le}^* : pression limite nette équivalente dont la méthode de calcul est donnée dans le paragraphe 2.2.2 du présent chapitre ;

i_δ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement

i_β : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus

Coefficient i_δ :

La valeur de calcul de l'inclinaison du chargement par rapport à la verticale se calcule ainsi :

$$\delta_d = \arctan\left(\frac{H_d}{V_d}\right) \quad [D.2.4\ (1)\ NF\ P94\text{-}261]$$

Avec :

H_d : valeur de calcul de la composante horizontale des efforts ;

V_d : valeur de calcul de la composante verticale des efforts.

Sol cohérent[a] ($\varphi' = 0$ et $c > 0$)		$i_{\delta;c} = \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2$ [Formule D.2.4.1 NF P94-261]
Sol frottant ($\varphi' > 0$ et $c' = 0$)	pour $\delta_d < \frac{\pi}{4}$	$i_{\delta;f} = \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2 - \frac{2\delta_d}{\pi}\left(2 - 3\frac{2\delta_d}{\pi}\right)e^{\frac{-D_e}{B}}$ [Formule D.2.4.2 NF P94-261]
	pour $\delta_d \geq \frac{\pi}{4}$	$i_{\delta;f} = \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2 - \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2 e^{\frac{-D_e}{B}}$ [Formule D.2.4.3 NF P94-261]

Coefficient i_β :

Le coffre est considéré suffisamment éloigné d'un talus. Ce coefficient est donc pris égal à 1.

Les calculs de portance seront effectués par le logiciel FOXTA.

4 RESULTATS

Il est présenté dans ce chapitre les résultats du calcul des efforts d'amarrage pour chaque type de bateau et le résultat des vérifications menées sur les coffres.

L'état limite de service (ELS) correspond aux conditions normales d'exploitation. Quant à l'état limite ultime (ELU), il correspond à la vitesse de vent pour laquelle les navires doivent avoir quitté le mouillage pour la sécurité des mouillages mais également pour leur propre sécurité.

Pour rappel le cas ELU_1 correspond à la pondération des efforts ELS par le coefficient 1,3. Le cas ELU correspond aux efforts générés par le vent ELU.

4.1 ÉTUDE DU COFFRE 1 (26 T)

4.1.1 Bateaux de 24 m à 40 m

CAS DE VENT UTILISE : CAS 1

Efforts d'amarrage ELS/ELU_1/ELU

Combinaison	Vitesse (m/s moyennée sur 60 s)	Effort horizontal	Effort vertical
ELS	16,12 m/s	35 kN	30 kN
ELU_1	16,12 m/s	45,5 kN	39,1 kN
ELU	21,39 m/s	47,3 kN	40,7 kN

Vérifications ELS/ELU_1

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	2,08 > 1,21	OK	1,72
Excentrement ELU	0,88 > 1/15	OK	13,20
Excentrement ELS K	0,91 > 1/2	OK	1,8
Pression max (Vd/A')	24,61 kPa	OK	-

Vérifications ELU

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,99 > 1,21	OK	1,64
Excentrement ELU	0,87 > 1/15	OK	13,05
Pression max (Vd/A')	24,61 kPa	OK	-

Commentaires
Les résultats obtenus sont du même ordre que ceux présentés dans le rapport Projet de Sofid [2]. Ils sont sécuritaires car les efforts utilisés pour les vérifications sont plus importants. Ce type de navire est vérifié pour le coffre de 26t.

4.1.2 Bateaux de 40 m à 45 m

CAS DE VENT UTILISE : CAS 1

Efforts d'amarrage ELS/ELU_1/ELU

Combinaison	Vitesse (m/s moyennée sur 60 s)	Effort horizontal	Effort vertical
ELS	16,12 m/s	46 kN	40 kN
ELU_1	16,12 m/s	60 kN	51 kN
ELU	21,39 m/s	61 kN	52 kN

Vérifications ELS/ELU_1

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,5 > 1,21	OK	1,24
Excentrement ELU	0,83 > 1/15	OK	12,45
Excentrement ELS K	0,88 > 1/2	OK	1,76

Pression max (Vd/A')	24,61 kPa	**OK**	-

Vérifications ELU

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,45 > 1,21	**OK**	1,20
Excentrement ELU	0,83 > 1/15	**OK**	12,45
Pression max (Vd/A')	24,61 kPa	**OK**	-

Commentaires
Les bateaux de classe 40 – 45 m sont vérifiés avec les caractéristiques météorologiques fixées dans le rapport projet de Sofid. Ce type de navire est vérifié pour le coffre de 26t.

4.1.3 Bateaux de 45 m à 50 m

CAS DE VENT UTILISE : CAS 1

Efforts d'amarrage ELS/ELU_1/ELU

Combinaison	Vitesse (m/s moyennée sur 60 s)	Effort horizontal	Effort vertical
ELS	16,12 m/s	52,6 kN	45,2 kN
ELU_1	16,12 m/s	69 kN	59 kN
ELU	21,39 m/s	70,2 kN	60,4 kN

Vérifications ELS/ELU_1

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,26 > 1,21	**OK**	1,04
Excentrement ELU	0,8 > 1/15	**OK**	12,00

Excentrement ELS K	0,86 > 1/2	**OK**	1,72

Vérifications ELU

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,22 > 1,21	**OK**	1.01
Excentrement ELU	0,76 > 1/15	**OK**	11,40

Commentaires
Les bateaux de classe 45 – 50 m sont vérifiés avec les caractéristiques météorologiques fixées dans le rapport projet de Sofid. Ce type de navire est vérifié pour le coffre de 26t.

4.2 ÉTUDE DU COFFRE 2

4.2.1 Bateaux de 50 m à 60 m

CAS DE VENT UTILISE : CAS 1

Efforts d'amarrage ELS/ELU_1/ELU

Combinaison	Vitesse (m/s moyennée sur 60 s)	Effort horizontal	Effort vertical
ELS	16,12 m/s	59,5 kN	44,8 kN
ELU_1	16,12 m/s	77,35 kN	58,3 kN
ELU	21,39 m/s	82,7 kN	62,3kN

Vérifications ELS/ELU_1

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	2,25 > 1,21	**OK**	1,86
Excentrement ELU	0,85 > 1/15	**OK**	12,75

Excentrement ELS K	0,89 > 1/2	**OK**	1,78
Pression max (Vd/A')	44,23 kPa	**OK**	-

Vérifications ELU

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	2,09 > 1,21	**OK**	1,73
Excentrement ELU	0,83 > 1/15	**OK**	12,45
Pression max (Vd/A')	44,9 kPa	**OK**	-

Commentaires
Les efforts obtenus sont du même ordre que ceux du rapport Projet de Sofid. Ils sont plus sécuritaires car les efforts utilisés pour les vérifications sont plus importants. Ce type de navire est vérifié pour le coffre de 46t.

4.2.2 Bateaux de 60 m à 65 m

CAS DE VENT UTILISE : CAS 1

Efforts d'amarrage ELS/ELU_1/ELU

Combinaison	Vitesse (m/s moyennée sur 60 s)	Effort horizontal	Effort vertical
ELS	16,12 m/s	71,7 kN	54 kN
ELU_1	16,12 m/s	93,24 kN	70,24 kN
ELU	21,39 m/s	99,2 kN	74,8 kN

Vérifications ELS/ELU_1

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,81 > 1,21	**OK**	1,50

Excentrement ELU	0,81 > 1/15	**OK**	12,50
Excentrement ELS K	0,86 > 1/2	**OK**	1,72
Pression max (Vd/A')	44,85 kPa	**OK**	-

Vérifications ELU

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,68 > 1,21	**OK**	1,39
Excentrement ELU	0,79 > 1/15	**OK**	11,85
Pression max (Vd/A')	45,61 kPa	**OK**	-

Commentaires
Les bateaux de classe 60 – 65 m sont vérifiés avec les caractéristiques météorologiques fixées dans le rapport Projet de Sofid. Ce type de navire est vérifié pour le coffre de 46t.

4.2.3 Bateaux de 65 m à 70 m

CAS DE VENT UTILISE : CAS 1

Efforts d'amarrage ELS/ELU_1/ELU

Combinaison	Vitesse (m/s moyennée sur 60 s)	Effort horizontal	Effort vertical
ELS	16,12 m/s	85,2 kN	64,1 kN
ELU_1	16,12 m/s	111 kN	83,5 kN
ELU	21,39 m/s	118 kN	89 kN

Vérifications ELS/ELU_1

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,47 > 1,21	OK	1,21
Excentrement ELU	0,76 > 1/15	OK	11,40
Excentrement ELS K	0,83 > ½	OK	1,66
Pression max (Vd/A')	45,74 kPa	OK	-

Vérifications ELU

Combinaison	Résultat	Commentaire	Coefficient de sécurité
Glissement	1,36 > 1,21	OK	1,12
Excentrement ELU	0,74 > 1/15	OK	11,1
Pression max (Vd/A')	46,6 kPA	OK	-

Commentaires
Les bateaux de classe 65 – 70 m sont vérifiés avec les caractéristiques météorologiques fixées dans le rapport Projet de Sofid. Ce type de navire est vérifié pour le coffre de 46t.

4.3 SYNTHESE VERIFICATIONS DES LESTS (SEULS)

Le tableau suivant présente les vitesses de vents pour lesquels les lests seuls sont vérifiés en fonction des classes de bateaux étudiées.

Pour rappel, la houle et le courant sont ceux définis dans le rapport Projet de Sofid [2].

- Houle : Hs = 1m, Tp = 12 s
- Courant : 0,5 m/s

Condition de vent	Lest de 26 t			Lest de 46 t		
	24 – 40 m	40 – 45 m	45 – 50 m	50 – 60 m	60 – 65 m	65 – 70 m
Vent 1 (ELS = Beaufort 6, ELU = Beaufort 7)						
Vent 2 (ELS = Beaufort 5, ELU = Beaufort 6)						

Nota : on ne fait pas varier la houle car celle-ci a un faible impact sur les résultats des calculs (de l'ordre de 5%)

5 VERIFICATIONS COMPLEMENTAIRES

5.1 CERCLES D'EVITAGE

Le diamètre des cercles d'évitages des navires est fixé à 3 fois la longueur du navire. De cette façon les risques de collision par masquage visuel, navigation anarchique, cercles d'évitage engagés ou co-activité sont considérablement réduits.
On a donc pour les différentes classes de navire les cercles d'évitages suivants :

- Coffre de 26 t
  - Classe 24 m à 40 m : R = 60 m
  - Classe 40 m à 45 m : R = 67,5 m
  - Classe 45 m à 50 m : R = 75 m
- Coffre de 46 t
  - Classe 50 m à 60 m : R = 90 m
  - Classe 60 m à 65 m : R = 97,5 m
  - Classe 65 m à 70 m : R = 105 m

Les cercles d'évitage retenus correspondent selon les navires à des rayons de 60 à 75 m pour les petits coffres et des rayons allant de 90 à 105 m pour les gros coffres. **Ils sont présentés pour avec leurs plus grandes dimensions dans le plan joint en annexe 1.**

5.2 TIRANTS D'EAU

Le rapport de Projet de Sofid [2] prend en compte une limitation des tirants d'eaux des bateaux en raison des faibles profondeurs. En effet, il y a un risque de sécurité pour le navire en cours de manœuvre avec un risque de mettre l'hélice dans la ligne de mouillage et par conséquent un risque d'accident.

Les recommandations du maître d'ouvrage concernant l'exploitation de ses mouillages et des caractéristiques recommandées pour les navires accueillis sont les suivantes :

- Sites où hauteur d'eau < 9m : le tirant d'eau des navires au mouillage sera limité à 3 m
- Sites où 9 m ≤ hauteur d'eau ≤ 10 m : le tirant d'eau des navires au mouillage sera limité à 4 m
- Sites où 10 m ≤ hauteur d'eau ≤ 11 m : le tirant d'eau des navires au mouillage sera limité à 5 m

Pour rappel, les tirants d'eau considérés par type de navire sont les suivants :

	Classe de bateaux pour lest 1			Classe de bateaux pour lest 2		
Classe des navires	**24 m à 40 m**	**40 m à 45 m**	**45 m à 50 m**	**40 m à 60 m**	**60 m à 65 m**	**65 m à 70 m**
Tirant d'eau	4 m	4,5 m	4,75 m	5 m	5,5 m	6 m

Le tableau ci-dessous récapitule les différents sites, la profondeur d'eau disponibles ainsi que les classes de navire qu'il est possible d'y amarrer.

Site	Poids du coffre	Hauteur d'eau approximative	Tirant d'eau maximal admis	Classe de navires
A1	26 t	9 m	**4 m**	24 m – 50 m
A2	26 t	8 m	**3 m**	24 m – 50 m
A3	26 t	10 m	**4 m**	24 m – 50 m
A4	26 t	9 m	**4 m**	24 m – 50 m
A5	26 t	8 m	**3 m**	24 m – 50 m
A6	26 t	9 m	**4 m**	24 m – 50 m
A7	26 t	8 m	**3 m**	24 m – 50 m
A8	26 t	10 m	**5 m**	24 m – 50 m
A9	26 t	9 m	**3 m**	24 m – 50 m
X	26 t	7 m	**3 m**	24 m – 50 m
X1	26 t	6 m	**3 m**	24 m – 50 m
X2	26 t	7 m	**3 m**	24 m – 50 m
B2	46 t	11 m	**4 m***	40 m – 70 m
B5	46 t	12 m	**4 m***	40 m – 70 m

Tableau 9 : Tirant d'eau des navires admis suivants les zones des coffres

***d'après l'analyse de la bathymétrie en fonction des cercles d'évitage (annexe 1)**

En conclusion les tirants d'eau aux positions des coffres 26t semblent permettre d'accueillir des navires de la classe 24m – 40m, 40 -45 m et 45-50 m sous réserve de respecter les conditions de tirant d'eau définies dans le tableau 9 ci-dessus.

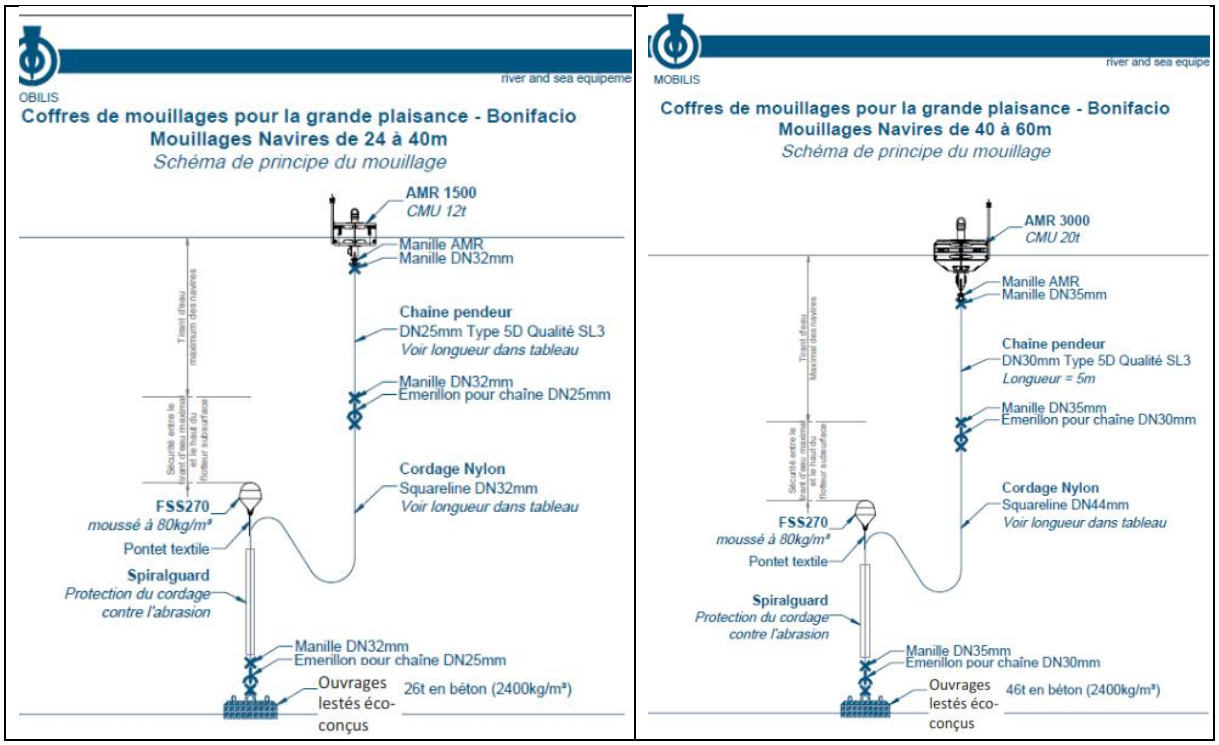
Il paraît nécessaire d'obtenir des relevés bathymétriques complémentaires du fait de l'augmentation de la taille des cercles d'évitages, en effet dans une partie de l'aire des cercles d'évitages nous ne disposons pas de données.

5.3 ÉQUIPEMENTS

La vérification des équipements est nécessaire et notamment :

- l'organeau d'amarrage de reprise des efforts sur les lests
- la capacité du coffre (12 et 20 t)
- la capacité des chaînes (manille/émerillon plus résistante que les chaînes donc non vérifiés)
- la capacité du cordage Nylon

Pour rappel les équipements sont rappelés ci-dessous :



Il est à noter que les résistances et hypothèses sur les équipements sont extraites du rapport de Projet de Sofid, à savoir :

- Équipements du lest de 26t :
  - CMU du coffre 12 t
  - Cigale Ø40 mm pour le lest de 26t, résistance de 85 kN (après corrosion de 3.5 mm sur le diamètre à 50 ans)
  - Charge à la rupture de la chaîne : DN 25 mm 5D SL3 (491 kN et 177 kN après corrosion d'usure de 10 mm)
  - Charge à la rupture du cordage Polyamide Nylon DN32 mm (196 kN)
- Équipements du lest de 46t :
  - CMU du coffre 20 t
  - Cigale Ø50 mm pour le lest de 48t, résistance de 136 kN (après corrosion de 3.5 mm sur le diamètre à 50 ans)
  - Charge à la rupture de la chaîne : DN 30 mm 5D SL3 (706 kN et 314 kN après corrosion d'usure de 10 mm)
  - Charge à la rupture du cordage Polyamide Nylon DN44 mm (351 kN)

Les vérifications des principaux éléments sont réalisées ci-dessous :

- Lest de 26 t :

		24 -40 m				40 -45 m				45-50 m			
		Chaîne DN25mm 5D SL3	AMR 1500-4 CMU 12t	Nylon DN 32 mm	Organeau lest (Ø 40 mm)	Chaîne DN25mm 5D SL3	AMR 1500-4 CMU 12t	Nylon DN 32 mm	Organeau lest (Ø 40 mm)	Chaîne DN25mm 5D SL3	AMR 1500-4 CMU 12t	Nylon DN 32 mm	Organeau lest (Ø 40 mm)
	Résistance	**177**	**120**	**196**	**85**	**177**	**120**	**196**	**85**	**177**	**120**	**196**	**85**
Vent 1	Effort	62,4	62,4	62,4	62,4	80,9	80,9	80,9	80,9	92,6	92,6	92,6	92,6
	Coeff sécu	**2,84**	**1,92**	**3,14**	**1,36**	**2,19**	**1,48**	**2,42**	**1,05**	**1,91**	**1,30**	**2,12**	**0,92**
Vent 2	Effort	Vérifié				66	66	66	66	75,6	75,6	75,6	75,6
	Coeff sécu					**2,68**	**1,82**	**2,97**	**1,29**	**2,34**	**1,59**	**2,59**	**1,12**
Vent 3	Effort					56,9	56,9	56,9	56,9	65,3	65,3	65,3	65,3
	Coeff sécu					**3,11**	**2,11**	**3,44**	**1,49**	**2,71**	**1,84**	**3,00**	**1,30**
Vent 4	Effort					Vérifié				57,1	57,1	57,1	57,1
	Coeff sécu									**3,10**	**2,10**	**3,43**	**1,49**

- Lest de 46 t :

		40 -60 m				60-65 m				65-70 m			
		Chaîne DN30mm 5D SL3	AMR 3000 CMU 20t	Nylon DN 44 mm	Organeau lest (Ø 50 mm)	Chaîne DN30mm 5D SL3	AMR 3000 CMU 20t	Nylon DN 44 mm	Organeau lest (Ø 50 mm)	Chaîne DN30mm 5D SL3	AMR 3000 CMU 20t	Nylon DN 44 mm	Organeau lest (Ø 50 mm)
	Résistance	**314**	**200**	**351**	**136**	**314**	**200**	**351**	**136**	**314**	**200**	**351**	**136**
Vent 1	Effort	103,6	103,6	103,6	103,6	124,2	124,2	124,2	124,2	148	148	148	148
	Coeff sécu	**3,03**	**1,93**	**3,39**	**1,31**	**2,53**	**1,61**	**2,83**	**1,10**	**2,12**	**1,35**	**2,37**	**0,92**
Vent 2	Effort	Vérifié				95,1	95,1	95,1	95,1	112,6	112,6	112,6	112,6
	Coeff sécu					**3,30**	**2,10**	**3,69**	**1,43**	**2,79**	**1,78**	**3,12**	**1,21**
Vent 3	Effort					Vérifié				94,4	94,4	94,4	94,4
	Coeff sécu									**3,33**	**2,12**	**3,72**	**1,44**

Les règles de l'art conduiraient à :

- un coefficient de sécurité de 2.5 à 3 vis-à-vis de la charge maximale à la rupture des cordages et des chaînes.
- Un coefficient de 1 vis-à-vis de la charge maximale à la rupture de l'organeau du lest

Ces coefficients n'étant pas tout à fait atteints nous retiendrons les coefficients minimums nécessaires suivants (en fonction des résultats obtenus avec les classes de navires initiales).

- **un coefficient de sécurité de 2.8 vis-à-vis de la charge maximale à la rupture des cordages et des chaînes.**
- **Un coefficient de sécurité de 1.8 sur la charge maximale du coffre**
- **Un coefficient de 1,1 vis-à-vis de la charge maximale à la rupture de l'organeau du lest**

Nota : certains coefficients sont affichés en orange sur les tableaux ci-dessus, nous jugeons que ces coefficients sont acceptables car ils sont « seulement » légèrement inférieurs à ceux que nous avons fixés ci-dessus en gras, les lests et équipements sont donc considérés comme vérifiés pour les cas concernés.

6 CONCLUSION

En conclusion le tableau suivant présente les classes de navire qu'il est possible d'amarrer sur chaque type de coffre en fonction des conditions météorologiques et selon les capacités des éléments suivants :

- Lests
- Coffre d'amarrage
- Organeau d'amarrage
- Chaîne
- Cordage en nylon

Il est rappelé que le tableau ci-dessous prend en compte les paramètres de houles et de courant suivants : (la variation de la houle a un impact faible sur les résultats de l'ordre de 5%)

- Houle : Hs = 1m, Tp = 12 s
- Courant : 0,5 m/s

Condition de vent	Lest de 26 t			Lest de 46 t		
	24 – 40 m	40 – 45 m	45 – 50 m	40 – 60 m	60 – 65 m	65 – 70 m
Vent 1 (ELS = Beaufort 6, ELU = Beaufort 7)	X			X		
Vent 2 (ELS = Beaufort 5, ELU = Beaufort 6)		X			X	X
Vent 3 (ELS = Beaufort 4, ELU = Beaufort 5)			X			
Vent 4 (ELS = Beaufort 3, ELU = Beaufort 4)						

Lests et/ou équipements vérifiés
Lests et/ou équipements non vérifiés

X : Pour ces conditions, l'état limite de service (ELS) correspond aux conditions normales d'exploitation. Quant à l'état limite ultime (ELU), il correspond à la vitesse de vent pour laquelle les navires doivent avoir quitté le mouillage pour la sécurité des mouillages mais également pour leur propre sécurité.

Tableau 10 : Récapitulatif des possibilités d'amarrage

Les points suivants devront être analysés avec le maître d'ouvrage afin de statuer sur les lests à augmenter :

- L'amarrage des classes de navire en fonction des conditions météo ci-dessus est possible sous réserve de respecter les conditions maximales de tirant d'eau définies au paragraphe 5.2. Il semble nécessaire de faire des relevés bathymétriques complémentaires pour s'assurer d'une bathymétrie suffisante et de la non présence de haut fond dans les zones non couvertes par les relevés à disposition (du fait de l'augmentation des cercles d'évitages).
- les cercles d'évitages se chevauchent sur base des classes de bateaux ayant les dimensions maximum (cercle d'évitage maximal). Il convient donc de vérifier que cela est acceptable pour l'exploitation de la ZMEL.
- les tranches optionnelles peuvent être remises en cause par l'entreprise dans le cas où des navires de plus grandes dimensions que ceux qui étaient prévu initialement seraient amarrés sur les coffres.

BIBLIOGRAPHIE

[1] A00716_Rap3_Etudes_Techniques_V2 (Études de faisabilité pour la création de coffres de mouillage pour la grande plaisance - 2021)

[2] Port de Bonifacio - COFFRES DE MOUILLAGE POUR LA GRANDE PLAISANCE - Rapport phase PRO, SOFID-2021

[3] ROSA 2000,Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux- annexe 1 Recommandations pour assurer la qualité de l'étude géotechnique.

[4] NF P 94 261 : Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles

[5] Guide méthodologique Eurocode 7 : application aux fondations superficielles - CEREMA

ANNEXES

Annexe 1. Cercles d'évitage des différentes zones

Sur base des cercles d'évitages maximum possibles en fonction des classes de navires et du lest (26 ou 46 t).

www.brl.fr/brli

Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 87 50 85
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr

Annexe 11. Note sur l'adaptation des lignes d'amarrage – SOFID, janvier 2024

Commune de Bonifacio

MAIRIE DE BONIFACIO
PALAZZU PUBLICU
bonifacio-mairie.fr

COMMUNE DE BONIFACIO

ZONE D'ECO-MOUILLAGE GRANDE PLAISANCE – GOLFE DE SANT'AMANZA

Note sur l'adaptation des lignes d'amarrage

1350 avenue Albert Einstein bat 11
34000 MONTPELLIER
Tél : 04 99 52 92 25
Courriel : candidature@sofid-ig.com

Port de Bonifacio
COFFRES DE MOUILLAGE POUR LA GRANDE PLAISANCE
Note d'adaptation des lignes d'amarrage

Rév	Date	Intitulé	Rédigé par	Visé par :
0	13/01/24	Emission initiale	JCA	EE

Les modifications relatives à cette révision sont indiquées par un trait en marge gauche.

SOMMAIRE

1. CONTEXE DE LA MISSION 3

1.1. CONTEXTE DU PROJET 3
1.2. PRESTATIONS DU PRESENT MARCHE 3

2. OBJET DE LA PRESENTE NOTE 4

3. RAPPEL DE LA CONCEPTION DES STRUCTURES 4

3.1. HYPOTHESES DE CALCUL 4
3.1.1. Durée de vie de l'ouvrage 4
3.1.2. Codes de calculs 4
3.1.3. Poids propre 5
3.1.4. Eau de mer 5
3.1.5. Géotechnique 5
3.1.6. Angle de la ligne de mouillage sur l'horizontale 6
3.1.7. Action du vent 6
3.1.8. Actions marines (houle, clapot, courant marin) 7
3.2. CALCULS DES EFFORTS D'AMARRAGE 8
3.2.1. Efforts d'amarrage – calculs statiques 8
3.2.2. Efforts d'amarrage – calculs dynamiques 9
3.2.2.1. Données de dimensionnement 11
3.2.2.1.1. Bateau de projet 11
3.2.2.1.2. Configuration du mouillage 11
3.2.2.2. Analyse dynamique 13
3.2.2.2.1. Bateau de 24 à 40m 13
3.2.2.2.2. Bateaux de 40 à 60m 16
3.2.2.3. Récapitulatifs 19
3.2.2.4. Conclusions 19
3.3. RESULTATS DES CALCULS 21
3.3.1. Lignes de mouillage et bouées d'amarrage 21
3.3.2. Lests écoconçus 23
3.4. BOUEE METEO 25
3.5. CONDITIONS D'EXPLOITATION 27

4. DESCRIPTION DES OUVRAGES INITIAUX 29

4.1. PRINCIPES ET CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES 29
4.2. LIGNES DE MOUILLAGES 29

5. MODIFICATION DES LIGNES DE MOUILLAGE 31

1. CONTEXE DE LA MISSION

1.1. Contexte du projet

Suite aux arrêtés préfectoral n°123/2019 et PREMAR 206/2020 du 14 octobre 2020 le mouillage des navires de 24 mètres et plus doit être organisé pour des raisons de sécurité de la navigation, de sureté maritime et de protection de l'environnement dans la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio.

En conséquence, la commune de Bonifacio souhaite mettre en place une zone de mouillage réglementée pour des bateaux de 24 à 85 m afin de maintenir une attractivité économique comparable à la situation antérieure tout en protégeant l'herbier de posidonie très présent au fond de la mer dans la zone considérée.

La ville, assistée d'un AMO (BRL Ingénierie) a donc choisi de créer 14 bouées à implanter sur la zone de Sant Amanza - Balistra.

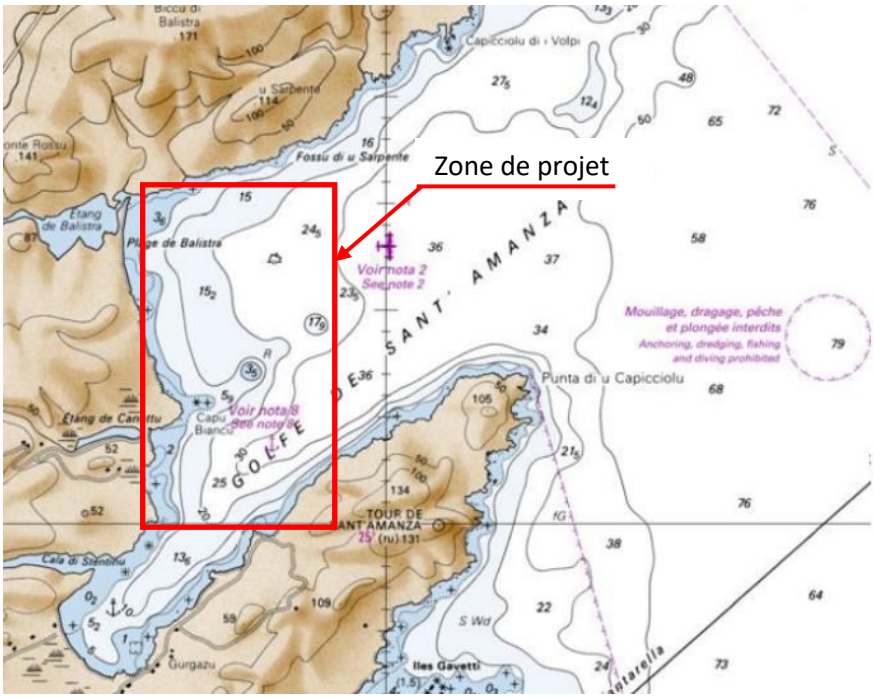


Figure 1 : bathymétrie dans le golfe de Sant Amanza (d'après extrait de la carte SHOM 7024)

1.2. Prestations du présent marché

Le marché initial est un marché public global de performance et concerne la zone de mouillage de grande plaisance à Bonifacio.

Le Marché comprend 5 tranches :

- Tranche ferme : Etudes de Projet de l'aménagement
- Tranche optionnelle 1 : Exécution des travaux
- Tranche optionnelle 2 : Maintenance année 1 après mise en place des mouillages
- Tranche optionnelle 2 : Maintenance des années 2,3,4 après Moe des mouillages

Le groupement d'entreprises est le suivant :

ENTREPRISE NATALI (Mandataire)	Travaux maritimes
SOFID	Bureau d'études
MOBILIS	Equipements

2. OBJET DE LA PRESENTE NOTE

La présente note fait suite au souhait d'une adaptation des lignes d'amarrage initialement réalisées avec une partie en cordage (squareline) et remplacées par une chaine.

Cette adaptation fait suite à un retour d'expérience sur l'exploitation et l'entretien des lignes afin de la faciliter ces opérations.

La note a pour objet de vérifier que la proposition de remplacement faite par l'entreprise MOBILIS de cette ligne répond aux besoins et contraintes du site qui sont rappelée au préalable.

3. RAPPEL DE LA CONCEPTION DES STRUCTURES

Ce chapitre est un rappel du rapport PRO ayant servi à la réalisation du projet.

3.1. Hypothèses de calcul

3.1.1. Durée de vie de l'ouvrage

Les ouvrages seront conçus pour une durée de vie de 50ans.

3.1.2. Codes de calculs

Les justifications seront réalisées avec les règlements suivants :

- NF EN 1990 : Eurocode 0 : Bases de calcul des structures
- NF EN 1991 : Eurocode 1 : Actions sur les structures
- NF EN 1992 : Eurocode 2 : Calcul des structures en béton

- NF EN 1993 : Eurocode 3 : Calculs des structures en acier
- NF EN 1997 : Eurocode 7 : Calcul géotechniques (avec ses normes d'application françaises)
- NF P94-261 Juillet 2012. Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles
- Recommandations pour le calcul aux états-limites des Ouvrages en Site Aquatique" (ROSA 2000)
- EAU 2012
- Handbook for Marine Geotechnical Engineering
- Règles des de conception DNV
- *Guidelines for the Design, Operation and Maintenance of Multi-Buoy Moorings (MBM), Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)*

La règlementation Eurocode sera appliquée avec les annexes nationales françaises.

3.1.3. Poids propre

- Aluminium : 27 kN/m^3, acier : 78,5 kN/m^3
- Béton armé : 25 kN/m^3, béton non armé 23 kN/m^3
- Poids volumique moyen des lests écoconçus :
  - Béton armé des lests : 24 kN/m (yc ferraillage = 1 kN/m3, ratio de 100 Kg / m3)
  - Béton non armé des lests : 23 kN/m^3[1]

3.1.4. Eau de mer

La masse volumique caractéristique de l'eau de mer est fixée à 10,07 kN/m^3 (1027 Kg/ m3).

3.1.5. Géotechnique

La campagne géotechnique fournie à l'appui du cahier des charges a été complétée par une plongée subaquatique de reconnaissance complétée d'essais de cisaillement réalisés par ERG. Les observations mettent en avant un sol à dominante sableuse, sables fins ou grossiers.

Les résultats des essais de cisaillement directs à la boîte mettent en évidence un angle de frottement interne de 36 ° et une cohésion nulle. Le coefficient de frottement résultant sous les semelles des lests écoconçus sera donc de Tan (φ'). Cette valeur est cohérente avec les recommandations EAU 2012 pour une sous face de semelle rugueuse (cf. ci-dessous).

La semelle des lests comprendra des dispositions géométriques conformes aux règles EAU 2012 qui garantiront l'atteinte voire le dépassement de ce coefficient de frottement structure en béton / sols par la mise en place d'une surface rugueuse et dont les rugosités sont au moins égale aux D50 des courbes granulométriques des sols sous-jacents (soit de 0,5 à 1 mm et 2 mm au maximum) Cette rugosité sera obtenus par l'usage de métal déployé ou bien d'éléments constitutifs des étanchéités en infrastructures sous la semelle sur lequel sera coulé le béton et qui fera l'interface entre béton et sols. Dans le premier cas, le métal déployé restera en place. Dans le deuxième cas, la feuille de matériaux plastiques servira de coffrage de la sous-face.

[1] La densité de 2,3 est donnée par la centrale à béton qui servira à fabriquer les lests écoconçus suite à un précédent chantier.

Lattis nervurés NERLAT® N4, fabriqués **en acier brut**

Le **NERLAT®** s'utilise **en intérieur ou en extérieur**, pour support béton uniquement :

- Coffrage de fondation
- Coffrage de regard et fosse
- Reprise de bétonnage
- Alvéole de scellement
- Dallage béton

Figure 1 : métal déployé Lattis nervurés NERLAT N4® pour coffrage (shop-metaldeploye.com) ou éléments d'étanchéité en infrastructures

3.1.6. Angle de la ligne de mouillage sur l'horizontale

Les lignes de mouillages et leur conception prennent en compte la bathymétrie des zones projetées et en particulier les faibles fonds de moins de 10 m. Il en résulte un angle de 40 degrés pour les bateaux de 24 à 40 m et de 30 à 39 ° pour les navires de 40 à 60 m.

Ces angles sont relativement importants, usuellement un angle de 30 ° est recherché mais il est géométriquement impossible à atteindre ici compte tenu des points suivants :

- contraintes de « non ragage » de la ligne de mouillage qui impose une bouée de subsurface,
- positionnement de cette bouée à une profondeur de TE du bateau + pied de pilote
- présence d'un lest au fond et d'une cote du point d'accroche de l'ordre de 1 m de haut
- prise en compte du coffre de surface et de son tirant d'eau.

3.1.7. Action du vent

La vitesse de vent de calcul est prise égale à 49 km/h (limite haute du Beaufort 6) soit 13,61 m/s (vent moyenné sur 10 min). Cette vitesse correspond à 27noeuds qui est la valeur haute retenue.

Cette vitesse est majorée par un coefficient de 1,25 pour prendre en compte une vitesse moyenne sur 30 secondes. Il en résulte une vitesse de vent de 17,01 m/s.

En ELU, une vitesse de vent de 17,5 m/s est retenue (35 nœuds). Les coefficients de sécurité partiels sont choisis en cohérence avec l'ELU fondamental.

3.1.8. Actions marines (houle, clapot, courant marin)

Les efforts liés aux actions marines sont calculés à partir :

- Des caractéristiques des bateaux projets (tirant d'eau, longueur)
- Les houles de 1m
- Le courant estimé à 0.5m/s
- Les coefficients suivants sont retenus :

Coefficient adimensionnel de forme transversale	Ct = 4
Coefficient adimensionnel de forme longitudinale	Cl = 0.6
Coefficient adimensionnel de frottement	Cr = 0.003

Tableau 1 : Coefficients adimensionnels relatifs aux houles

3.2. Calculs des efforts d'amarrage

3.2.1. Efforts d'amarrage – calculs statiques

Les efforts d'amarrage ont été calculés en fonction des conditions climatiques et des dispositifs d'amarrage. Les calculs ont été effectués pour les cas les plus défavorables :

- vents de 13,61 ou 17,5m/s
- courant de 0.5m/s
- Houle de Hs = 1m, T = 12 s et λ = 225 m

Ils prennent en compte une incidence de 10° entre le vent et le courant et une incidence du vent sur l'axe longitudinal de 10 °ce qui est pénalisant.

Ainsi, les efforts unitaires d'amarrage par bateau sont :

	Bateaux de 24 à 40 m	**Bateaux de 40 à 60 m**
Efforts d'amarrage **horizontal** (kN) Vent de 13,61 m/s ELS – non pondéré	33,4 *(effort dans la ligne d'amarre 44,1 kN)*	62,2 *(effort dans la ligne d'amarre 77,5 kN)*
Efforts d'amarrage **horizontal** (kN) Vent de 17,50 m/s ELU pondéré	46,9 *(effort dans la ligne d'amarre 61,9 kN)*	87,85 *(effort dans la ligne d'amarre 109,6 kN)*

Tableau 2 : efforts horizontaux ELS non pondérés à considérer pour les mouillages

Ces efforts intègrent un coefficient 1.4 pour tenir compte des effets dynamiques selon la norme DNV plus conservative (pi : les recommandations ROSA 2000 sont de 1.25).

Les efforts ELS ci-dessus sont pondérés par un coefficient de 1,3 (DNV) pour être considérés comme des efforts ELU qui sont repris par les lests écoconçus ce qui revient à des efforts (H) de 43.4 kN et 80.8 kN.

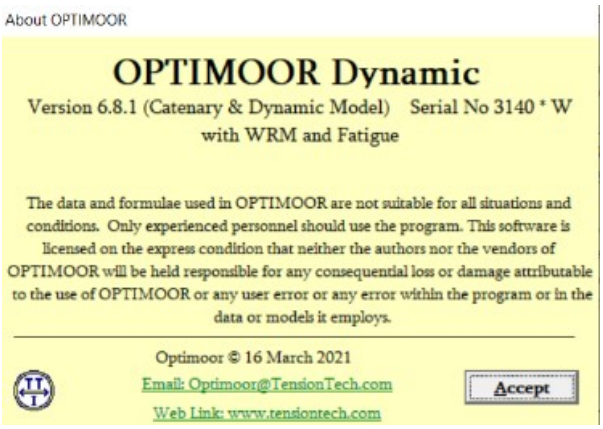
En ELU, le calcul des efforts réalisé avec les hypothèses d'un vent exceptionnel issu du document [BRL1] conduit à des efforts (H) de 46,9 kN à l'ELU pour les navires < à 40m et 87,9 kN pour les navires inférieurs à 60m (avec des vents de 35 nœuds et un coefficient dynamique de 1.40 conforme à DNV > 1,25 recommandé par ROSA).

Les résultats sont donc du même ordre de grandeur mais nous préconisons des contraintes d'exploitation qui nous paraissent mieux adaptées compte tenu du site, des ouvrages et de la gamme de bateaux qu'il sera possible d'accueillir.

3.2.2. Efforts d'amarrage – calculs dynamiques

Le calcul des efforts d'amarrage dynamique a été réalisé avec le logiciel OPTIMOOR développé par Tension Technologie.

OPTIMOOR est un logiciel d'analyse d'amarrage destiné au personnel des navires et des terminaux ainsi qu'aux concepteurs de ports et architectes navals. Il est basé sur les recommandations et procédures du Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) et inclut les coefficients de vent et de courant de l'OCIMF pour les navires pétroliers et transporteurs de gaz (prismatique / mousse).



Le modèle reproduit le comportement du navire spécifique amarré sous l'action combinée du vent, des courants et de la houle. Il tient compte de l'action simultanée de plusieurs trains de houle de directions et caractéristiques spectrales variables.

Le type de bateau (Longueur hors tout, largeur, hauteur, forme de la coque, surfaces aux vents sur les superstructures) y est définis.
Également la disposition de la ligne d'amarrage et ses caractéristiques élastiques individuelles y sont définies dans la construction du modèle. Ici il a été renseigné les lignes d'amarrage similaire au cordage de mouillage des bouées (nylon en diamètre 32mm ou 44mm).

La configuration à quai est déterminée. Il est utilisé ici la configuration SPM (Single Point Mooring). Une bouée pour attacher l'amarre est modélisé pour rester toujours en surface et la ligne de mouillage est également modélisée par une chaîne (diamètre adapté pour atteindre le poids du mouillage réel) jusqu'à l'ancrage.
Les longueurs et distances sont réglées pour correspondre aux longueurs réelles et angles d'amarrage cohérents avec les conditions de site.

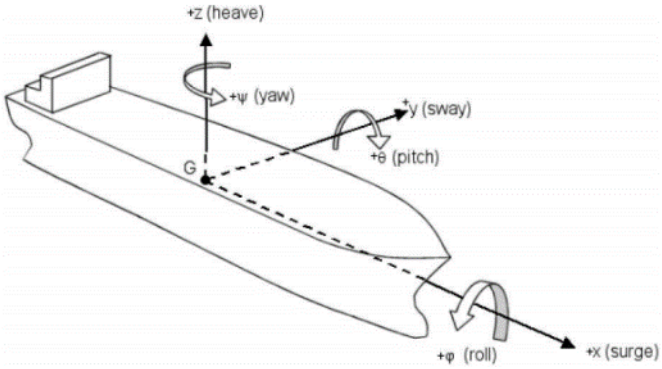
Le logiciel effectue alors une série de calcul pour satisfaire au système d'équation suivant :

$$\Sigma F_x + \Sigma P_x = 0 \quad \text{(surge)}$$
$$\Sigma F_y + \Sigma P_y = 0 \quad \text{(sway)}$$
$$\Sigma M_{xy} + \Sigma N_{xy} = 0 \quad \text{(yaw)}$$

Avec :

- ✓ Fx : composante vectorielle x des forces extérieurs (vent, courant, autre),
- ✓ Px : composante vectorielle x de la force de la ligne d'amarre,
- ✓ Fy: composante vectorielle y des forces extérieurs (vent, courant, autre),

- ✓ Py : composante vectorielle y de la force de la ligne d'amarre,
- ✓ Mxy : Moment dans le plan xy produits par les forces extérieurs (vent, courant, autre),
- ✓ Nxy : Moment dans le plan xy produits par les forces de la ligne d'amarre.



Le programme cherche une position d'équilibre qui satisfasse ces équations par itérations sur les différentes positions du navire. D'abord dans la direction X (longitudinale), puis dans le sens Y (transversal), puis dans le sens X-Y (rotation).
Après chaque itération dans une direction particulière, le programme vérifie si l'équation d'équilibre est satisfaite.
Si le résultat est inférieur à la valeur d'équilibre, le programme applique alors une itération de même grandeur dans la même direction. Si le résultat est supérieur à la valeur d'équilibre, le programme applique alors une plus petite itération dans la direction opposée.
A chaque itération, le programme recalcule la force dans chaque ligne d'amarrage pour la position itérée du navire. Les différents vecteurs de force de la ligne d'amarrage sont déterminés par les positions relatives des points respectifs du guide-câble et de la borne.

Le système tient compte des mouvements provoqués par l'excitation des vagues et résout les équations de mouvement du navire dans 6 degrés de liberté (cavalement, embardée, lacet, pilonnement, tangage, roulis) en calcul temporel et sans limitations des amplitudes de mouvement.
Il calcule les opérateurs d'amplitude de réponses (RAO) à partir des données HCF renseignées, de la profondeur d'eau, la taille du navire, l'assiette du navire, le tirant d'eau, la hauteur métacentrique (GM) et un coefficient d'amortissement du roulis, spécifiés en donnée d'entrée.

Les résultats de la simulation permettent d'estimer les amplitudes de mouvement du navire et les charges transmises aux éléments d'amarrage dans les conditions déterminées.

On obtient en sortie des tableaux et graphiques des variables des mouvements avec leurs vitesses et accélérations ainsi que les forces dans l 'amarre.

3.2.2.1. Données de dimensionnement

3.2.2.1.1. Bateau de projet

Les caractéristiques des navires de projet à accueillir sur les bouées sont les suivantes :

Tableau 3 : Dimensions des navires projets retenues pour les calculs

	Bateaux de 24 à 40 m	Bateaux de 40 à 60 m
Longueur	40,0	60,0
Largeur	9,0	12,0
Tirant d'eau de calcul	**4,0**	**5,0**
Franc bord	**3,0**	**3,0**
Surface prise en compte pour le vent	**Modèle rectangulaire**	**Modèle rectangulaire**
Surface exposée au vent debout (au dessus du pont principal)	**30**	**69**
Surface exposée au vent travers (au dessus du pont principal)	80	250
Hauteur métacentrique (GM)	3	5
Surfarce prise en compte pour le courant	**Modèle conventionnel 0CIMF 2018**	**Modèle conventionnel 0CIMF 2018**
Mooring line type	**Polyamide Nylon**	**Polyamide Nylon**
Diamètre de la ligne (DN)	**32mm**	**44mm**
Minimm breaking load (MBL)	**18 T**	**34 T**
Amortissement roulis	**10%**	**10%**
Coefficient de bloc	**0,86**	**0,82**
LCG/LBP	**0,00**	**0,00**
Effective mass X - factor	**1,09**	**1,08**
Effective mass Y - factor	**2,08**	**2,04**
Rayon de giration / LBP	**0,34**	**0,33**

3.2.2.1.2. Configuration du mouillage

2 configurations de mouillage sont étudiées, pour les bateaux de 24 à 40m et pour les bateaux de 40 à 60m.
Les configurations modélisées sont représentées ci-dessous :

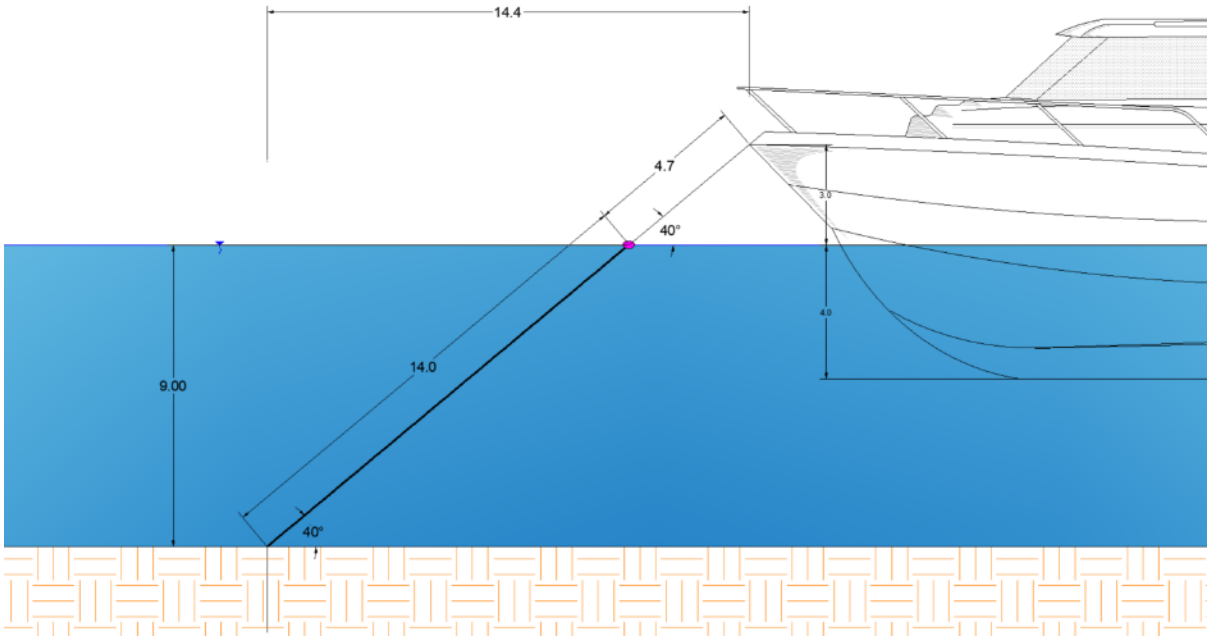


Figure 2 : Configuration 1 - Bateau de 24 à 40m

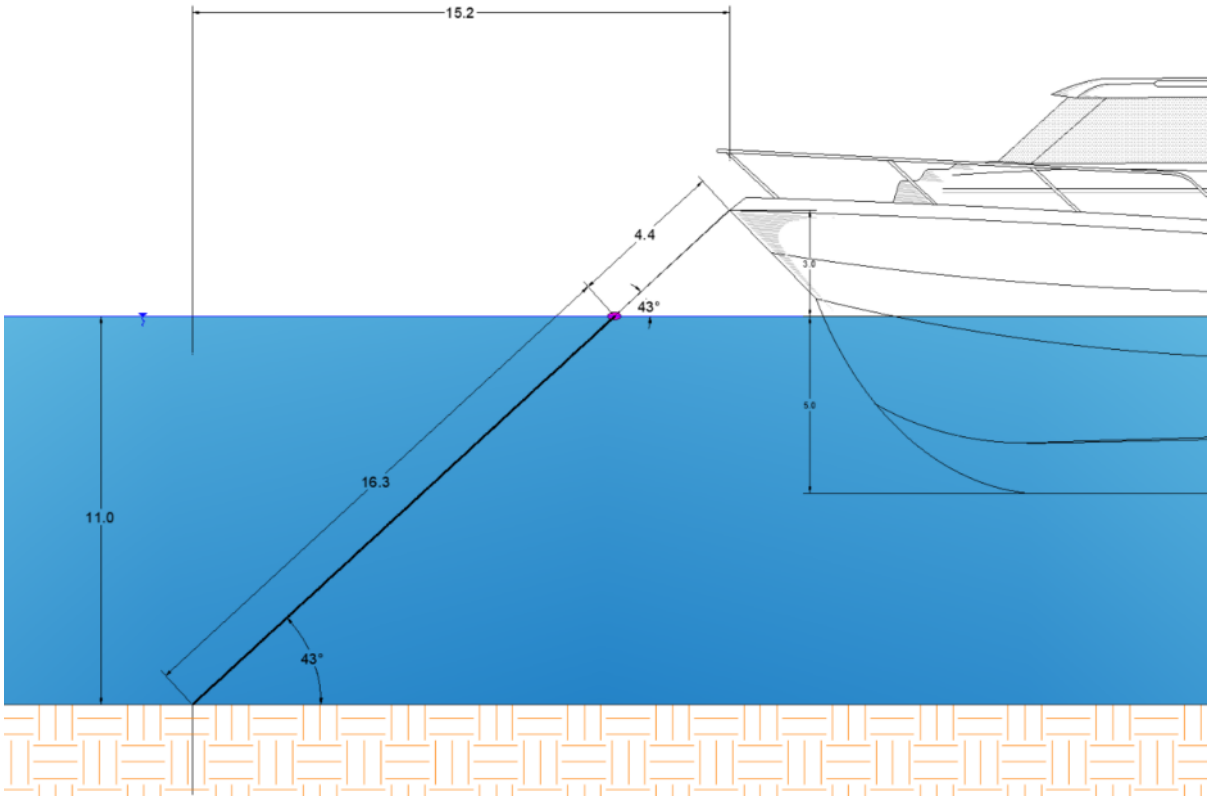


Figure 3 : Configuration 2 - Bateau de 40 à 60m

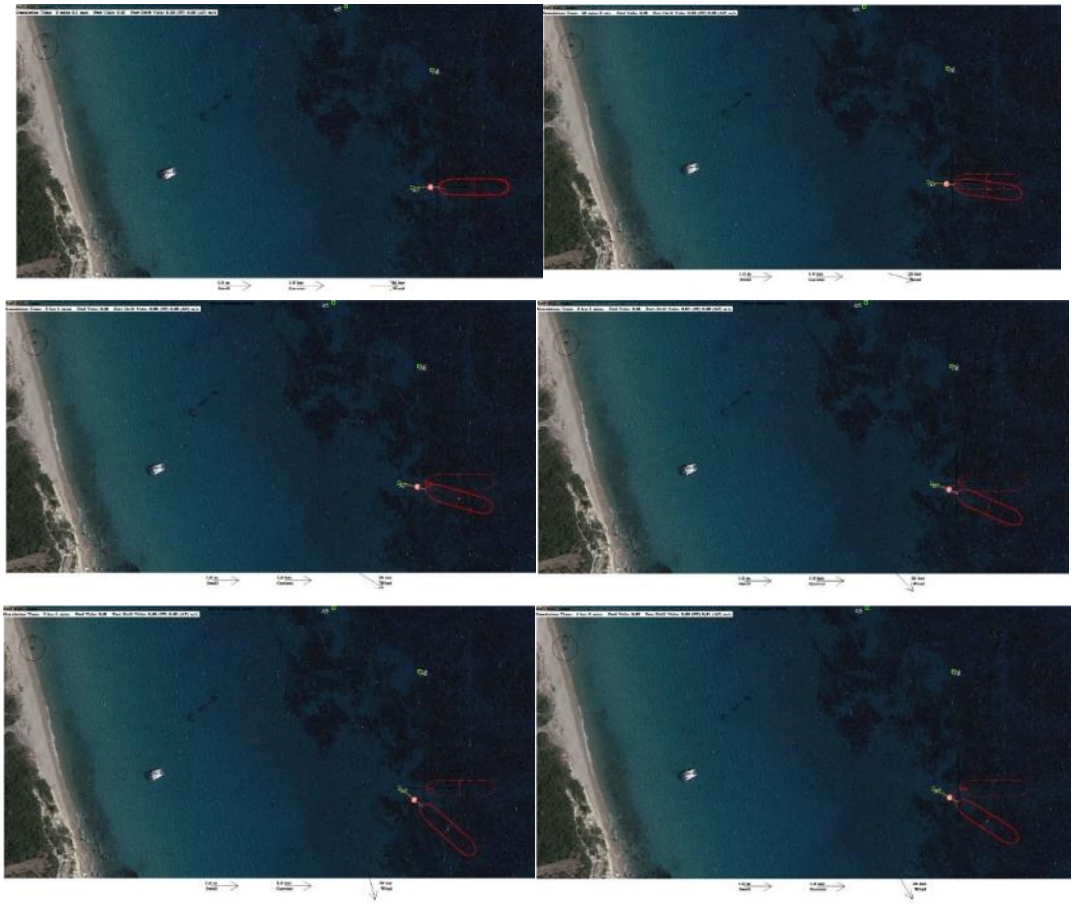
3.2.2.2. Analyse dynamique

Les détails des résultats des simulations sont présentés en annexe.

3.2.2.2.1. Bateau de 24 à 40m

- **<u>Cas 1A – ELS</u>**
  - ✓ Courant constant à 1 nœuds (0,5m/s) en direction 90°N
  - ✓ Houle constante de Hs =1m et Tp=12s en direction 90°N
  - ✓ Vent à 26,5 nœuds (13,6m/s) en direction variable de 90° à 0° N

Time (s/m/h/d)	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Wind (knots)	26	26	26	26	26	26	26
True Direction°	-90	-75	-60	-45	-30	-15	0



Le graphique ci-dessous montre l'effort résultant dans la ligne d'amarre durant la simulation.

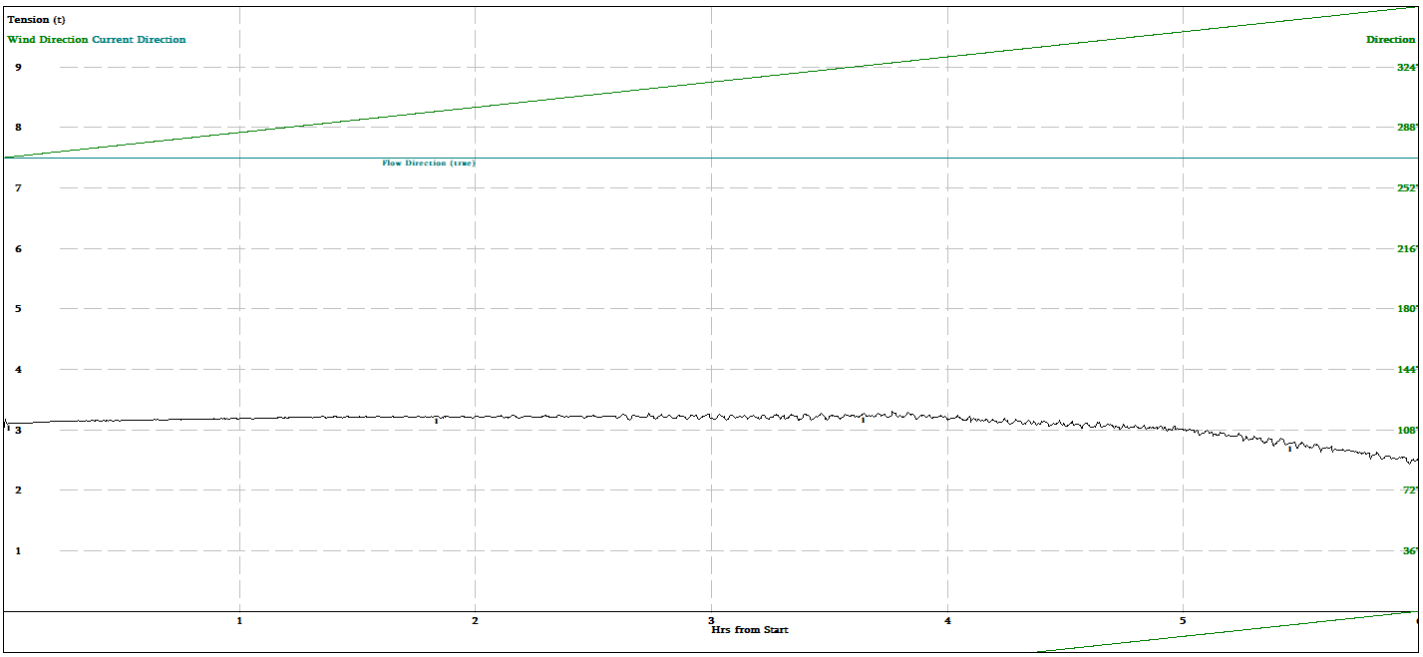
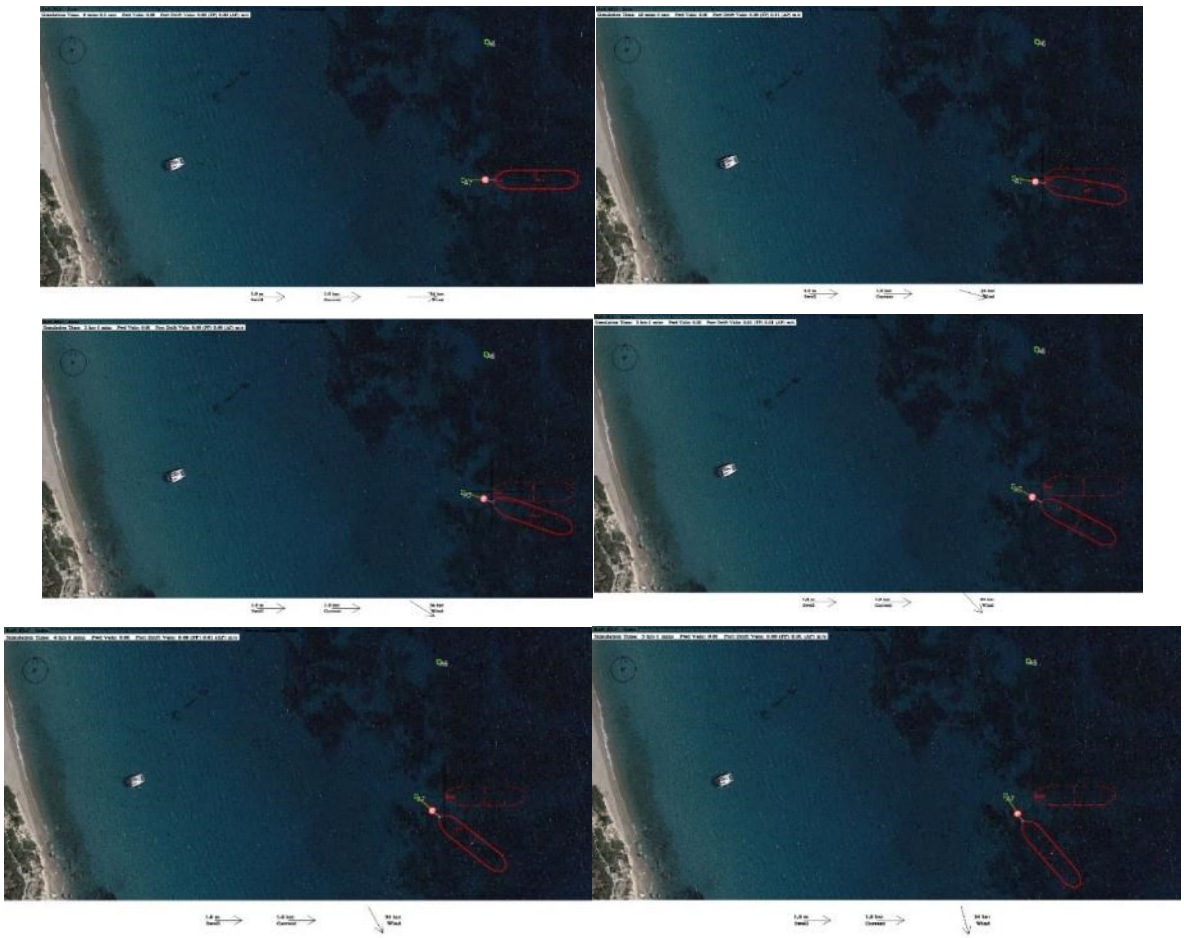


Figure 4 : Plot Dynamic response (ELS)

L'effort maximum mesuré dans la ligne d'amarre est de **3,2 T**.

- **<u>Cas 1B – ELU</u>**
  - ✓ Courant constant à 1 nœuds (0,5m/s) en direction 90°N
  - ✓ Houle constante de Hs =1m et Tp=12s en direction 90°N
  - ✓ Vent à 34nœuds (17,5m/s) en direction variable de 90° à 0° N

Time (s/m/h/d)	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Wind (knots)	34	34	34	34	34	34	34
True Direction°	-90	-75	-60	-45	-30	-15	0



Le graphique ci-dessous montre l'effort résultant dans la ligne d'amarre durant la simulation.

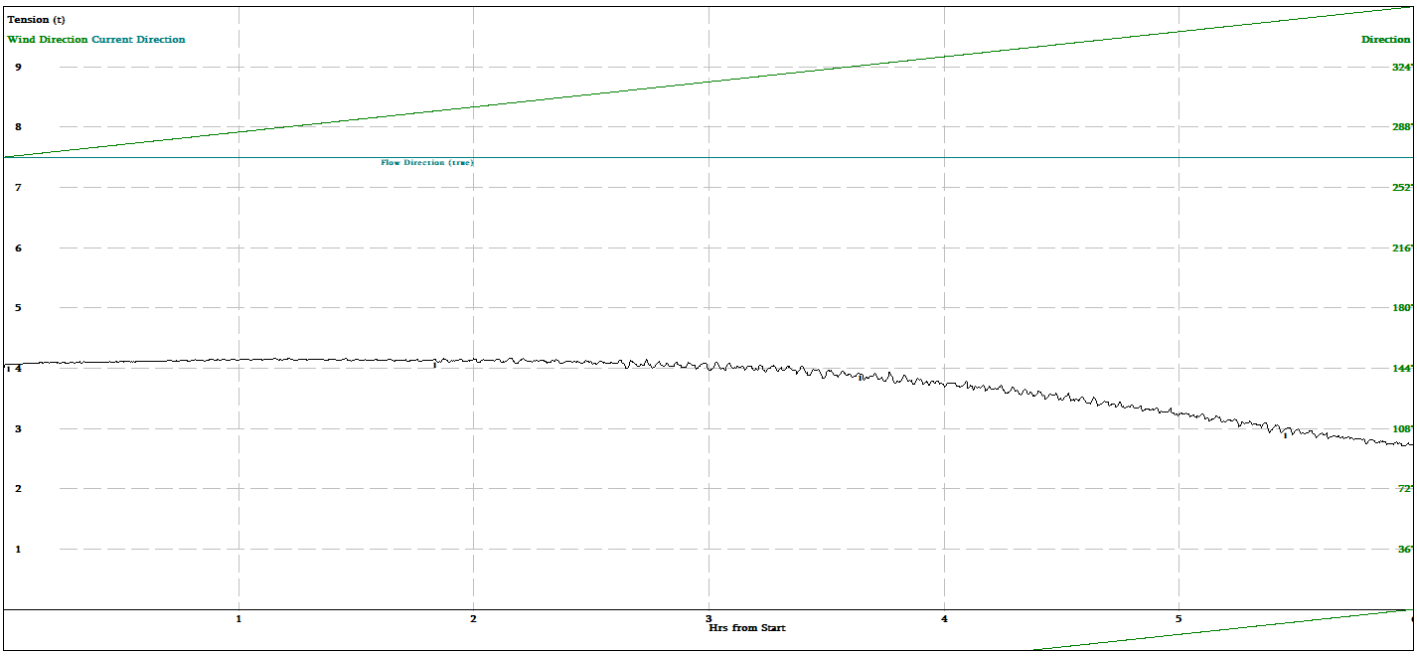


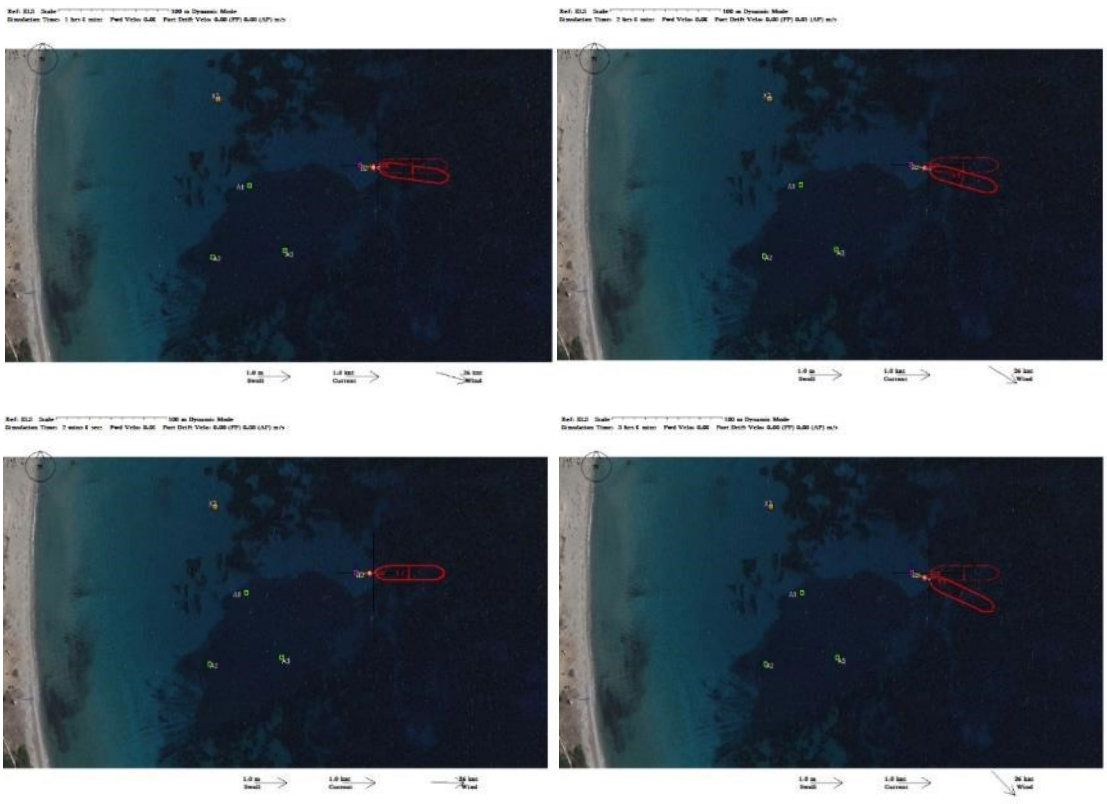
Figure 5 : Plot Dynamic response (ELU)

L'effort maximum mesuré dans la ligne d'amarre est de **4,1 T**.

3.2.2.2.2. Bateaux de 40 à 60m

- **Cas 2A – ELS**
  - ✓ Courant constant à 1 nœuds (0,5m/s) en direction 90°N
  - ✓ Houle constante de Hs =1m et Tp=12s en direction 90°N
  - ✓ Vent à 26,5 nœuds (13,6m/s) en direction variable de 90° à 0° N

Time (s/m/h/d)	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Wind (knots)	26	26	26	26	26	26	26
True Direction°	-90	-75	-60	-45	-30	-15	0



Le graphique ci-dessous montre l'effort résultant dans la ligne d'amarre durant la simulation.

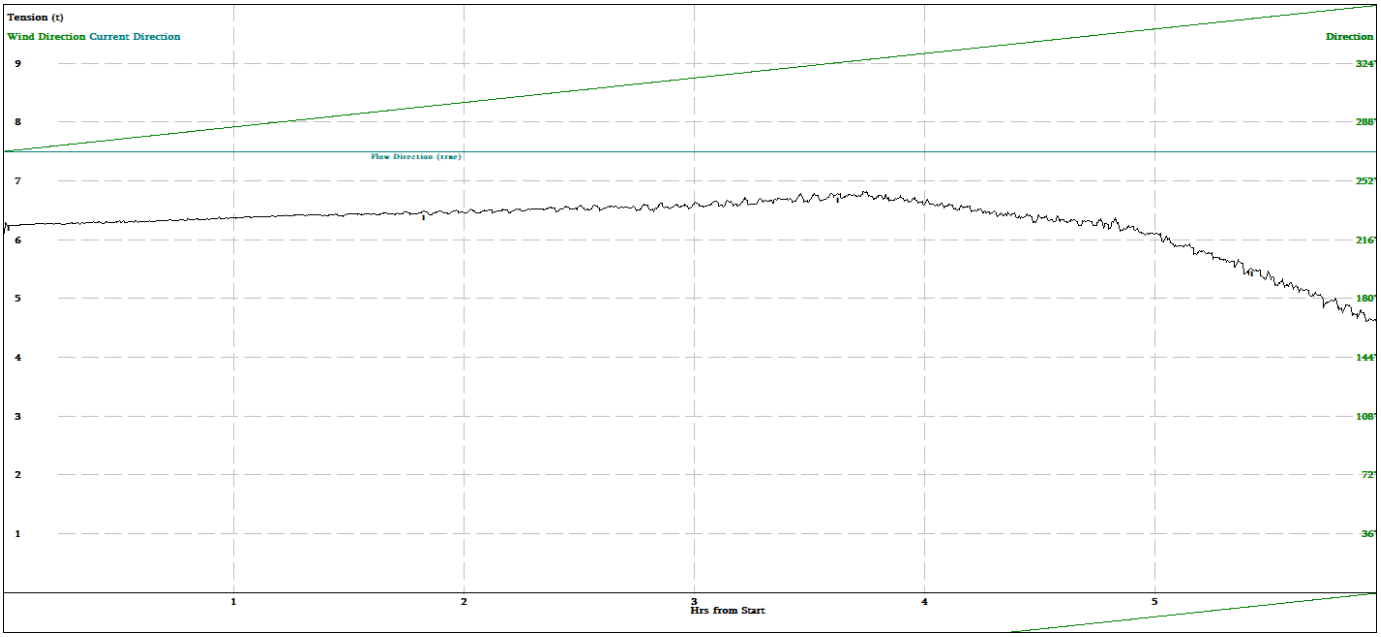
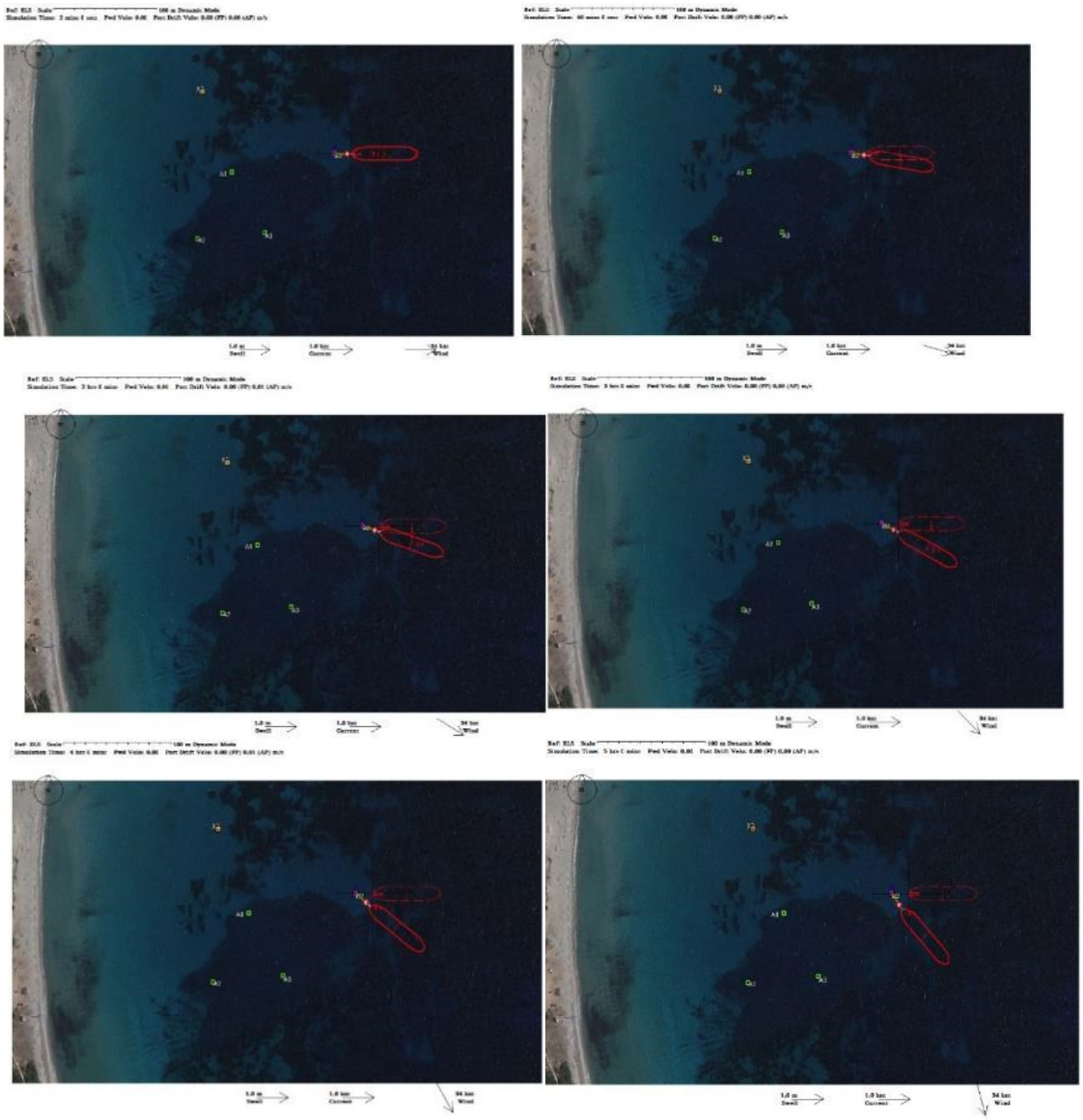


Figure 6 : Plot Dynamic response (ELS)

L'effort maximum mesuré dans la ligne d'amarre est de **6,6 T**.

- **<u>Cas 2B – ELU</u>**
  - ✓ Courant constant à 1 nœuds (0,5m/s) en direction 90°N
  - ✓ Houle constante de Hs =1m et Tp=12s en direction 90°N
  - ✓ Vent à 34nœuds (17,5m/s) en direction variable de 90° à 0° N

Time (s/m/h/d)	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Wind (knots)	34	34	34	34	34	34	34
True Direction°	-90	-75	-60	-45	-30	-15	0



Le graphique ci-dessous montre l'effort résultant dans la ligne d'amarre durant la simulation.

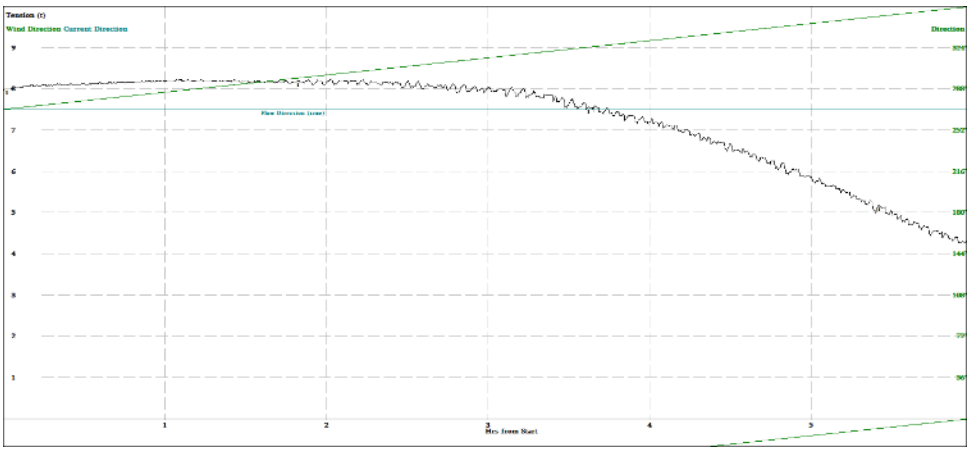


Figure 7 : Plot Dynamic response (ELU)

L'effort maximum mesuré dans la ligne d'amarre est de **8,2 T**.

3.2.2.3. Récapitulatifs

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

	Vents (Nd)	Courant (Nd)	Houle	Tension dans l'amarre Bateaux 24 à 40m	Tension dans l'amarre Bateaux 40 à 60m
CAS A - ELS	24,5	0,97	Hs=1m - Tp=12s	**3,2 t**	**6,6 t**
CAS B - ELU	34,0	0,97	Hs=1m - Tp=12s	**4,1 t**	**8,2 t**

3.2.2.4. Conclusions

Dans notre cas, les résultats obtenus en vue du dimensionnement des équipements d'amarrage sont sensiblement identiques par la modélisation dynamique à ceux obtenus à partir des calculs empiriques en statique.

Globalement les résultats dynamiques issus de la modélisation donnent des tensions (résultante dans l'amarre) inférieures aux calculs empiriques.

Les coefficients dynamiques utilisées dans les calculs empiriques, bien qu'un peu enveloppes et sécuritaires, semblent donc justifiés par cette analyse.

	Vents (Nd)	Courant (Nd)	Houle		Tension dans l'amarre Bateaux 24 à 40m	Tension dans l'amarre Bateaux 40 à 60m
CAS A - ELS	24,5	0,97	Hs=1m - Tp=12s	Empirique	44,1 kN = 4,5 t	77,5 kN = 7,9 t
				Dynamique	**3,2 t**	**6,6 t**
CAS B - ELU	34,0	0,97	Hs=1m - Tp=12s	Empirique	61,9 kN = 6,3 t	109,6 kN = 11,2 t
				Dynamique	**4,1 t**	**8,2 t**

Dans le but d'être conservatif, nous avons choisi de retenir comme hypothèses de calculs l'enveloppe des efforts maximaux déterminée par les 2 méthodes.

3.3. Résultats des calculs

3.3.1. Lignes de mouillage et bouées d'amarrage

Les lignes de mouillage et les coffres d'amarrage ont été sélectionnés suivant les efforts d'amarrage calculés.

Les recommandations suivantes ont été prises en compte concernant les coefficients de sécurité conseillés (Référence **:** *Guidelines for the Design, Operation and Maintenance of Multi-Buoy Moorings (MBM), Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)*) :

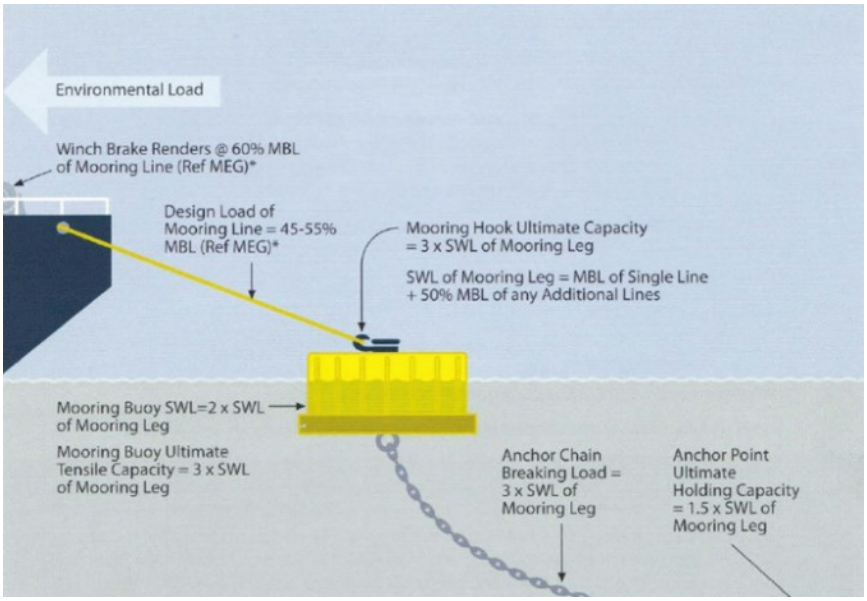


Figure 8: Vue de principe d'un coffre d'amarrage

Les coffres d'amarrage ont été sélectionnés suivant les efforts calculés et le catalogue de produits MOBILIS. Ils sont sélectionnés sur la base de 3 critères principaux :

1. La CMU du coffre
2. Son volume qui doit permettre de soutenir la ligne de mouillage et assurer la visibilité du coffre pour les plaisanciers
3. La terminaison souhaitée (anneau, manille, croc …).

Les modèles suivants ont été retenus pour chaque catégorie de navire :

- Navires de 24 à 40m : AMR 1500-4 CMU 12t
- Navires de 40 à 60m : AMR 3000 CMU 20t

Le choix d'un modèle différent par catégorie de navire permet une identification rapide des postes.

Ces 2 modèles de coffres d'amarrage sont conçus de manière modulaire (chaque élément démontable) pour garantir une maintenance optimale en cas de changement de pièces.

Ils sont notamment équipés de :

- Un flotteur constitué de quatre 1/4 (quart) de flotteur.

- Ces flotteurs ne sont pas moussés pour des raisons environnementales.
- La structure centrale de la bouée est équipée d'un point d'amarrage pour le navire (terminaison supérieure), 4 points de levage et d'un point d'amarrage pour la ligne de mouillage. La structure est complètement visible lors du démontage du flotteur.
- La terminaison supérieure de la structure (point où l'aussière du navire sera frappée) est un anneau garantissant le passage de l'aussière. Celui-ci étant adapté à chaque catégorie de navires.

Chaque coffre est équipé d'un feu blanc d'intensité lumineuse de 2MN, et de bandes réfléchissantes. Le feu est positionné sur un support permettant de le surélever et garantissant sa visibilité pour les plaisanciers.

Comme le coffre, les éléments constitutifs de la ligne de mouillage sont sélectionnés sur la base des efforts estimés. La ligne de mouillage est une combinaison de chaîne, pour apporter amorti et stabilité au coffre, et de cordage nylon, pour ses propriétés élastiques.

Ces éléments sont sélectionnés sur la base de leur charge de rupture. Un coefficient de sécurité de 3 est appliqué pour estimer leur CMU. Sur la chaîne une réserve d'usure d'environ 10mm est prise en compte.

	Traction maximale dans le mouillage (t)	Chaine utilisée	C.R. Chaine	Cordage utilisé	C.R. Cordage
Navires 24-40m	6.3 t (61.9 kN)	DN25mm 5D SL3	491 kN	Polyamide Nylon DN32mm	19 600 daN
Navires 40-60m	11.5 t (113 kN)	DN30mm 5D SL3	706 kN	Polyamide Nylon DN44mm	35 100 daN

Tableau 4 : synthèse des efforts et des caractéristiques des lignes de mouillage

Une étude de mouillage montrant que les coffres et des flotteurs subsurface choisis (réserve de flottabilité disponible : volume – poids total) résistent aux conditions de site est fournie en annexe.

Les longueurs des lignes de mouillages sont calculées à partir des profondeurs d'implantation et des angles retenus entre la ligne et le fond. Les schémas du chapitre 4.2.2 illustrent le calcul de cette longueur.

Les cercles d'évitage sont calculés en fonction de la longueur de la ligne de mouillage et de celle du bateau.

Les longueurs des lignes de mouillage ont été sélectionnées en prenant en compte les critères suivants :

- La hauteur du lest écoconçu a été prise en compte dans le dimensionnement des lignes.
- Le haut du flotteur subsurface doit être sous le tirant d'eau maximal du navire pouvant venir s'amarrer sur le coffre. Une sécurité supplémentaire est prise entre le haut du subsurface et le tirant d'eau maximal.
- La ligne reliant le subsurface et le coffre d'amarrage ne doit pas raguer sur le fond. Une sécurité a été prise entre le haut du corps mort et le point le plus bas de la ligne.
- De la chaîne est placée directement sous les coffres d'amarrage afin de garantir la stabilité du coffre.

- La longueur de chaîne (chaine + accessoires) correspond au tirant d'eau maximal des navires pouvant utiliser le coffre afin d'éviter le contact des hélices avec du cordage.
- Les longueurs sont de plus ajustées afin que les accessoires (manilles, émerillon) ne viennent pas raguer sur le flotteur subsurface.
- Le subsurface est positionné 0.5m en dessous du tirant d'eau maximal des navires.
- Le maximum de cordage est utilisé pour compléter les mouillages. Une sécurité de 1m est conservée entre la cigale et le point le plus bas du cordage afin d'éviter de raguer sur les éléments éco conçus du corps mort (+60cm par rapport au bas de la cigale sur les plans fournis).

3.3.2. Lests écoconçus

Les vérifications à effectuer sont les suivantes :

Non-glissement :

$$\gamma_{r,h}.\gamma_{r,d,h} \leq \frac{(W' - F_v).\tan\delta + A'.C'}{F_H - F_b}$$

$\gamma_{r,h}$: $coefficient\ pour\ les\ ELU\ fondamentaux$ (1.1)

$\gamma_{r,h}$: $coefficient\ de\ modèle$ à $l'estimation\ de\ la\ résistance\ ultime\ au\ glissement$ (1.1)

$\delta = .\varphi\ car\ disposition\ particlière\ sous\ la\ fondation$

A': $aire\ effective\ (voir\ calcul\ de\ l'excentrement)$

C': $valeur\ de\ la\ cohésion\ effective$ = 0

Ici, on considère que l'ensouillement est nul et que F_b = 0 (défavorable)

Non-renversement - décompression :

La justification du non-renversement se fait par le bais du calcul de l'excentrement :

$$e/g = \frac{M_d}{V_d}$$

M_d: $Moment\ calculé\ au\ centre\ de\ gravité$ de l'interface semelles / sol de fondation

V_d: $Force\ verticale$

- Vérification à l'ELU

Il est ensuite nécessaire de vérifier la relation suivante à l'ELU :

$$i_e = \left(1 - \frac{2.e}{B}\right) \geq \frac{1}{15}$$

- Vérification à l'ELS caractéristique

$$i_e = \left(1 - \frac{2.e}{B}\right) \geq \frac{2}{3}$$

L'aire réduite A' est donc établie à l'ELS et à l'ELU par la relation suivante : $A' = A.i_e$

Capacités portantes :

Comme préconisé par la norme NF P 94-261 la contrainte est définie par $\sigma = \frac{V_d}{A'}$

Il est vérifié que la contrainte agissante sur le sol de fondation reste très faible.

Résultats des calculs, exploitation ELS :

	Bateaux de 24 à 40 m	**Bateaux de 40 à 60 m**
Efforts ELS (H, V, Résultant) kN	33,4 / 28,8 / 44,1	62,17 / 46,34 / 77,54
Lests écoconçus, dimensions au sol (m x m) + hauteur enveloppe	3,2 x 3,2 0,90	3,2 x 3,2 1,25
Lests écoconçus, Poids à sec (kN)	252 (26 t)	450 (46 t)
Vérification au glissement (ELS)	1,55 > 1	1,46 > 1
Vérification au renversement (ELS)	0,76 > 0,16 A'=7.8m²	0,74 > 0,16 A'=7.6m²
Vérification à la non décompression (ELS K)	0,83 > 0,5 (2/3 en QP) A'=8.5m²	0,82 > 0,5 (2/3 en QP) A'=8.4m²
Vérification à la force portante (kPa)	ELS : < 14,6 ELU : < 19,8	ELS : < 25,5 ELU : < 33.8
Les semelles ne décompriment jamais, en ELS ou en ELU. La surface de contact reste toujours 100 % comprimée		

Tableau 5 : résultats des calculs de vérification des stabilités des lests écoconçus ELS et ELU

La vérification des stabilités externes est conforme aux exigences de la norme NFP 94-261 mais également conforme aux spécifications des DNV (codes de calculs considérés plus maritimes par certains).

Les résultats montrent donc que les ouvrages lestés éco-conçus prévus sont stables et ne bougent pas selon les conditions retenues.

De plus, la marge de sécurité est suffisante pour garantir leur stabilité pour les conditions de l'ELU, cf. tableau ci-dessous.

	Bateaux de 24 à 40 m	**Bateaux de 40 à 60 m**
Efforts ELU (H, V, Résultants) kN	46,9 / 40,4 / 61,9	87,85 / 65,5 / 109,6
Vérification au glissement (ELU)	1,40 > 1	1,31 > 1
Vérification au renversement (ELU)	0,73 > 0,16 A'=7.5m²	0,72 > 0,16 A'=7.4m²

Vérification à la force portante (ELU kPa)	ELU : < 20	ELU : < 35

Tableau 6 : résultats des calculs de vérification des stabilités des lests écoconçus ELU A

3.4. Bouée météo

La bouée météo à mettre en place devra permettre de mesurer en temps réel les paramètres de vent, de houle et de courant.

Elle a donc été dimensionnée en utilisant les conditions de site maximales qui peuvent être rencontrées dans la zone i.e. à une profondeur de 25m CM.

Afin de se garder la possibilité de modifier l'emplacement de la bouée ultérieurement nous avons choisi de nous placer dans le cas le plus conservatif pour un mouillage avec flotteur subsurface.

- **Niveau d'eau haut à l'horizon 2070 :** + 1.49 m CM
- **Niveau d'eau bas actuel :** + 0.16m CM
- **Houle Hs :** 2m et **Période associée :** 12s
- **Vitesse de courant maximale :** 0.5m/s
- **Vitesse de vent maximale :** 40 nœuds[2]

Elle devra fournir une liaison de ces paramètres en temps réel 24/7 via GPRS et AIS.

Les données à mesurer seront à minima les suivantes :

- Hauteur de houle
- Période de la houle
- Direction de la houle
- Vitesse du vent
- Direction du vent
- Vitesse du courant
- Direction du courant

La bouée météo sera également équipée d'un feu de couleur jaune et intensité lumineuse de 3 MN et de bandes réfléchissantes.

Les capteurs embarqués ont été sélectionnés par MOBILIS après des essais menés sur la plateforme de test située au large de Planier. Les capteurs suivants ont été retenus :

- Hauteur de vagues, Période et direction : DWR-G (Datawell)

[2] *Les vitesses fournies dans le CCTP sont des vitesses sont moyennées sur une période de 10 minutes et à une altitude de 10 mètres. La vitesse de vent moyennée sur 30 secondes correspondante est utilisée pour la réalisation de cette étude.*

- Vitesse du vent et Direction : GMX500 (Maximet)
- Vitesse du courant et Direction : ISM2001

Les fiches techniques des capteurs sont fournies en annexe.

Une alimentation solaire adaptée a été dimensionnée par MOBILIS (Voir dimensionnement photovoltaïque en annexe de ce dossier). Afin de garantir le fonctionnement de la bouée météo et de ses capteurs avec l'autonomie désirée, les équipements suivants sont nécessaires :

- Panneaux solaires : 4x25W ;
- Batteries 1x100Ah.

Les données d'ensoleillement sont issues du site de la NASA et du programme européen PVGIS :

- https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/tools.html#MR
- https://power.larc.nasa.gov/#dataaccess

Ces dimensionnements se basent sur les recommandations de l'IALA-AISM et notamment sur la guideline G1039 (en PJ) « DESIGNING SOLAR POWER SYSTEMS FOR MARINE AIDS TO NAVIGATION (SOLAR SIZING TOOL) ».

La bouée proposée doit donc permettre d'embarquer les capteurs souhaités ainsi que le système solaire décrit ci-dessus tout en conservant une réserve de flottabilité satisfaisante et un comportement satisfaisant dans les conditions de site maximales. La conception de la bouée doit de plus garantir la sécurité des capteurs et les abriter de tout contact éventuel avec les navires.

Elle doit être conçue de manière modulaire (chaque élément démontable) pour garantir une maintenance optimum en cas de changement de pièces :

- Le flotteur est constitué de quatre 1/4 (quart) de flotteur. Les flotteurs sont non moussés pour des raisons environnementales. Et, la réserve de flottabilité de la bouée garantie sa survie même avec un flotteur endommagé.
- La structure centrale de la bouée est équipée de 4 points de levage et 2 points d'amarrage pour la ligne de mouillage. La structure est visible lors du démontage du flotteur.
- La bouée est équipée d'un mât garantissant sa visibilité pour l'ensemble des plaisanciers. La bouée est autonome énergétiquement. Le mât de la bouée permettre l'accueil des capteurs, batteries et compartiment technique facilitant la maintenance de la bouée sans la sortir de l'eau.

Son mouillage est réalisé en utilisant un flotteur de subsurface afin d'éviter le ragage des chaînes sur le fond. La bouée, le flotteur subsurface et la ligne de mouillage ont été dimensionnés sur la base des conditions de site maximales pouvant être rencontrées dans la zone.

Une étude de mouillage montrant que la taille de la bouée météorologique choisie (réserve de flottabilité disponible : volume – poids total) résiste aux conditions de site est fournie en annexe. Cette étude présente également le dimensionnement du système de mouillage proposé (réserve de flottabilité du flotteur subsurface, efforts dans le mouillage, dimensionnement du corps mort…).

Le système proposé est le suivant :

Le mouillage suivant est proposé pour la bouée météo. Celui-ci répond aux contraintes écologiques formulées par le CCTP. Ce mouillage inclut un flotteur subsurface qui permet de préserver les fonds marins du ragage des chaînes dans la posidonie et les herbiers protégés. Ce système présente également l'avantage de réduire l'usure des ancrages.

Depuis la bouée : DB 2600

- Une branche de **mouillage caténaire** reliant la bouée météo au flotteur sub-surface, incluant (de la bouée au FSS) :
    - Une longueur de 5m de chaîne DN25mm 5D Q2
    - Un émerillon pour chaîne DN25mm 5D Q2

Une longueur de 35m de chaîne DN25mm 5D Q2 connectée à un des points d'amarrage du **FSS 1000 OD** placé à 10m sous la surface

- Une branche de **mouillage tendu** reliant le flotteur sub-surface au système d'ancrage, incluant (du FSS au corps mort) :
    - Une longueur de 17m de cordage PP Acier DN32mm
    - Une longueur de 5m de chaîne DN25mm 5D Q2
    - Un émerillon à billes pour chaîne DN25mm 5D Q2
- Un corps mort béton de 5t

Les détails de conception et dimensionnement de la bouée météo (données MOBILIS) sont fournis en annexe.

3.5. Conditions d'exploitation

Au-delà des calculs dont les résultats ont été présentés ci-dessus et qui répondent en tout point au cahier des charges (et vont même au-delà en termes de maître couples au vent et de carène au courant), les conditions d'exploitation qui sont proposées au Maître d'ouvrage et qui sont à retenir pour une exploitation en toute sécurité des mouillages sont les suivantes :

- Vent maximum d'exploitation de 33 nœuds
- Houle maximale de 1 m de HS (valeur conseillée de 0,6 m pour un plus grand confort)
- Courant maximal de 0,5 m/s (1 nœud)
- Tirant d'eau de 3 m pour des navires au mouillage sur des fonds ≤ 9m, TE de 4 m pour des navires au mouillage sur des sites où 9 m ≤ hauteur d'eau ≤ 10 m, TE de 5 m pour des navires au mouillage sur des sites où 10 m ≤ hauteur d'eau ≤ 11 m, TE de 6 m pour des navires au mouillage sur des sites où 11m ≤ hauteur d'eau ≤ 12 m.
- Caractéristiques maximales de bateaux soumis à un cumul de vent 33 nœuds, courant de 1 nœud et houle de HS = 1 m :

	Bateaux de 24 à 40 m	Bateaux de 40 à 60 m
Longueur / largeur	40,0 – 9,0	60,0 – 12,0
Tirant d'eau de calcul *(à modérer vis-à-vis de la bathymétrie)*	4,0	5,0
Tirant d'air	12,5	17,5
Surface exposée au vent debout - travers	56,0 – 200,0	105,0 – 430,0
Surface exposée au courant m² (AT – AL)	36,0 – 160,0	60,0 – 300,0

Tableau 7 : caractéristiques des bateaux pouvant être accueillis sur les mouillages

Toutefois, les lests écoconçus comme les lignes de mouillage peuvent reprendre les efforts d'un navire de projet qui n'aurait pas quitté le poste pour une vitesse moyenne de vent de 33 nœuds, vitesse qui a été observée 0,1 jours de mai à octobre.

Ce cas très exceptionnel qui cumule un vent jamais observé avec une houle maximale dans la baie, et avec la situation exceptionnelle d'un bateau de projet qui serait encore au mouillage représente bien un ELU.

A force 8, tous les navires doivent avoir quitté les mouillages pour la sécurité des mouillages mais également pour leur propre sécurité.

4. DESCRIPTION DES OUVRAGES INITIAUX

4.1. Principes et caractéristiques géométriques

Le principe de l'amarrage est donc des bateaux qui s'attache à un coffre relié à un corps mort écoconçu par une ligne de mouillage muni de flotteurs de subsurface afin d'éviter le ragage sur les fonds.

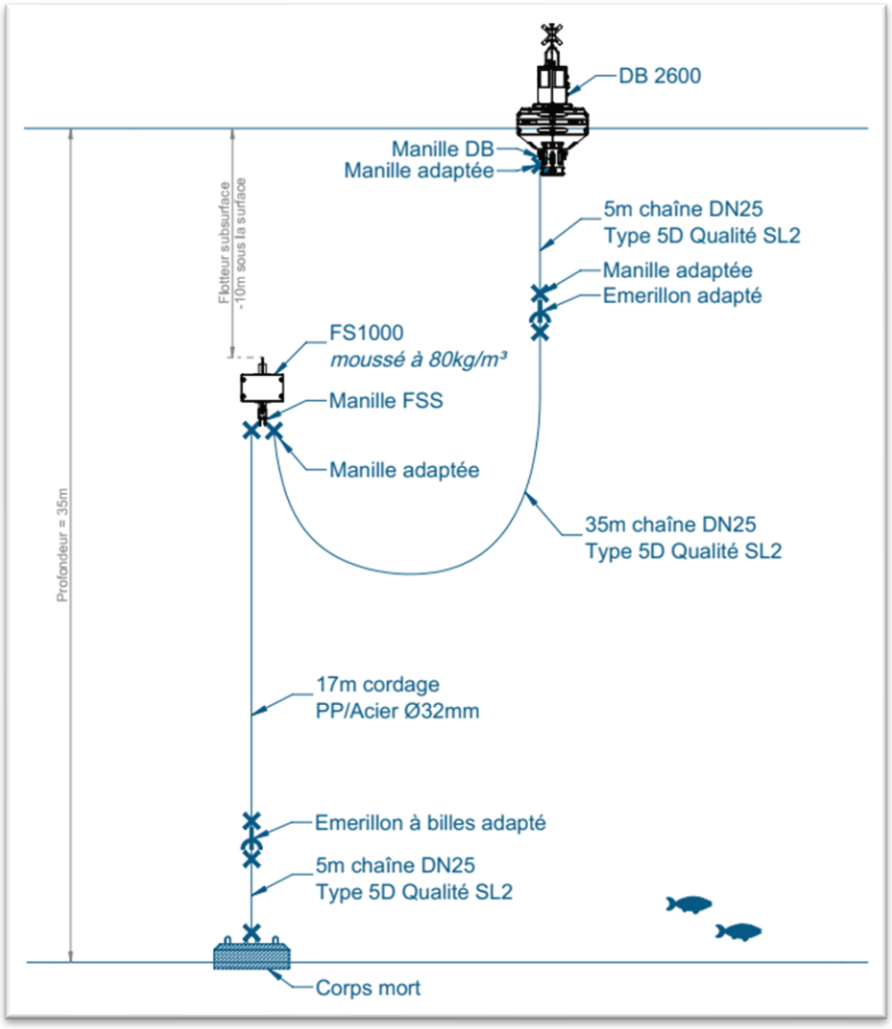


Figure 9: schéma de principe de mouillage (MOBILIS)

4.2. Lignes de mouillages

Les lignes de mouillage des coffres d'amarrage sont constituées de (du coffre d'amarrage au corps mort) :

- Un coffre d'amarrage (AMR) adapté à la classe de navires
  La CMU des coffres et leur volume sont adaptés aux efforts calculés et aux dimensions des navires.

- Une chaîne pendeur de diamètre adapté à la classe de navires :

Cette chaîne est dimensionnée en prenant en compte une réserve d'usure (environ 10 mm). De par son poids, elle permet d'amortir les charges lors de l'amarrage des navires sur le coffre. Elle permet également de sécuriser le cordage et le préserver des hélices et quilles des navires en le maintenant immergé. Sa longueur est calculée en fonction des tirants d'eau maximum des navires à l'amarrage sur le coffre concerné et donc de la profondeur d'implantation des ouvrages lestés éco-conçus.

- La chaîne pendeur est complétée par du cordage polyamide adapté à la classe de navires :

  Un cordage polyamide haute ténacité est choisi en raison de ses propriétés mécaniques (élasticité et résistance) pour compenser la faible longueur de mouillage qui peut être installé. Sa densité 1.14 afin de garantir son immersion.

  Le cordage squareline polyamide 8 torons tressé est un cordage de grande souplesse, de bonne préhension. D'une remarquable élasticité et d'une grande résistance à la rupture. D'une longévité exceptionnelle due en grande partie à sa construction antigiratoire.

- Un flotteur subsurface (FSS) :

  Le flotteur subsurface permet d'éviter le ragage sur le fond marin. Il est dimensionné en fonction des éléments qu'il doit supporter (Chaîne et cordage). Les flotteurs sont moussés pour résister à une immersion prolongée. Le haut de la bouée est positionné à environ 1m sous le tirant d'eau maximal des navires pour éviter tout contact possible avec les navires.

- Une longueur de cordage polyamide afin d'offrir la plus grande élasticité possible au système. Le cordage est protégé avec du spiral guard afin d'éviter une usure par frottement sur le corps mort.

Le descriptif des mouillages est présenté dans le tableau ci-dessous :

Point	Navire	Coffre	Pendeur		Flotteur subsurface	Mouillage tendu FSS
			Chaîne de cul de bouée	Cordage		Cordage
A2	< 40 m	AMR 1500 12t	3m DN25mm 5D Q3	7m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
A4	< 40 m	AMR 1500 12t	3m DN25mm 5D Q3	7m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
A5	< 40 m	AMR 1500 12t	3m DN25mm 5D Q3	6m Squareline Ø32mm	FSS270	3m Squareline Ø32mm
A6	< 40 m	AMR 1500 12t	4m DN25mm 5D Q3	6.5m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
A7	< 40 m	AMR 1500 12t	4m DN25mm 5D Q3	6m Squareline Ø32mm	FSS270	3m Squareline Ø32mm
A9	< 40 m	AMR 1500 12t	4m DN25mm 5D Q3	6.5m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
A1	< 40 m	AMR 1500 12t	5m DN25mm 5D Q3	6m Squareline Ø32mm	FSS270	3m Squareline Ø32mm
A3	< 40 m	AMR 1500 12t	5m DN25mm 5D Q3	6m Squareline Ø32mm	FSS270	3m Squareline Ø32mm
A8	< 40 m	AMR 1500 12t	5m DN25mm 5D Q3	7m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
X	< 40 m	AMR 1500 12t	5m DN25mm 5D Q3	7m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
X1	< 40 m	AMR 1500 12t	5m DN25mm 5D Q3	7m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
X2	< 40 m	AMR 1500 12t	5m DN25mm 5D Q3	7m Squareline Ø32mm	FSS270	3.5m Squareline Ø32mm
B5	40 - 60 m	AMR 3000 20t	5m DN30mm 5D Q3	7.5m Squareline Ø44mm	FSS270	3.5m Squareline Ø44mm
B2	40 - 60 m	AMR 3000 20t	5m DN30mm 5D Q3	8.5m Squareline Ø44mm	FSS270	3.5m Squareline Ø44mm

Tableau 8 : synthèse des caractéristiques des lignes de mouillages

Démontage de la ligne de mouillage

Pour les opérations de maintenance, la ligne de mouillage sera déposée à l'aide de plongeurs qui viendront défaire la manille reliant la ligne au ouvrages lestés éco-conçus et l'ensemble de la ligne (yc coffres) sera sortie par une grue sur ponton.

5. MODIFICATION DES LIGNES DE MOUILLAGE

Afin de faciliter l'exploitation et l'entretien des lignes de mouillages lors des opérations d'enlèvement et de remise en place, il a été demandé à l'entreprise MOBILIS de remplacer la partie des lignes en cordage polyamide (squareline) par des chaines.

MOBILIS a proposé les éléments suivant :

- Pour les mouillages des bateaux jusqu'à 40m, chaine 5D DN25 SL Q2 (Ref CM50D25)
- Pour les mouillages des bateaux jusqu'à 60m, chaine 5D DN30 SL Q2 (Ref CM50D30)

Chaînes à mailles longues sans étais 5xD

CODE ARTICLE	A Diametre Nominal		B	C	≈classe 32 Qualité SL1		≈ classe 40 Qualité SL2		≈ classe 50 Qualité SL3		links/ m	Poids au metre	Free place in end link (± 5%)
	mm	Inches	Pas (mm)	largeur (mm)	Epr PL (kN)	Rupt BL (kN)	Epr PL (kN)	Rupt BL (kN)	Epr PL (kN)	Rupt BL (kN)		(Kg/m)	
CM50D12	12	4/9	56	21	36	72	45	90	57	113	17,86	**2,7**	46 x 19
CM50D14	14	9/16	70	21	48	96	62	124	77	154	14,3	**3,7**	54 x 19
CM50D16	16	5/8	80	24	63	126	80	160	101	202	12,5	**4,8**	62 x 22
CM50D18	18	11/16	90	27	82	160	104	209	131	262	11,1	**6,0**	70 x 25
CM50D20	20	13/16	100	30	104	208	132	264	165	330	10,0	**7,5**	78 x 28
CM50D22	22	7/8	110	33	120	240	152	304	190	380	9,1	**9,0**	86 x 31
CM50D25	25	15/16	125	38	155	310	197	393	246	491	8,0	**11,6**	98 x 36
CM50D28	28	1" 1/8	140	42	194	388	246	492	308	616	7,1	**14,6**	110 x 40
CM50D30	30	1" 3/16	150	45	223	446	283	566	353	706	6,7	**16,7**	118 x 43
CM50D32	32	1" 1/4	160	48	253	506	322	644	402	804	6,3	**19,0**	126 x 46
CM50D35	35	1" 3/8	175	53	304	607	385	770	482	964	5,7	**22,8**	138 x 51
CM50D38	38	1 1/2	190	57	357	714	454	900	565	1130	5,3	**26,9**	150 x 55
CM50D40	40	1" 9/16	200	60	396	792	505	1010	630	1260	5,0	**29,8**	158 x 58
CM50D45	45	1" 3/4	225	68	502	1004	638	1275	795	1590	4,4	**37,7**	178 x 66
CM50D50	50	1" 15/16	250	75	620	1240	785	1570	980	1960	4,0	**46,5**	198 x 73
CM50D55	55	2" 1/8	275	83	750	1510	940	1900	1190	2380	3,6	**56,3**	218 x 81
CM50D60	60	2" 3/8	300	90	900	1800	1130	2260	1420	2770	3,3	**67,0**	238 x 88

Figure 10 : caractéristiques des chaines de la marque CARLIER

Les caractéristiques des chaines proposées correspondent à celles du reste de la ligne qui ont été dimensionnées dans les phases de conception initiale. Elles sont donc cohérentes et dans la continuité de ce qui a déjà été installé.

La proposition de MOBILIS est donc acceptable et dimensionnée pour reprendre les efforts établis précédemment selon les hypothèses retenues dans les phases de conception.

Annexe 12. Plan de récolement des ZMEL – NATALI, janvier 2022

Plan de récolement mouillages SANTA MANZA

Vue en plan générale et listing coordonnées en L93

RELEVE DES MOUILLAGES EN L93		
Matricule	X	Y
A.1	1221306.501	6057955.474
A.2	1221261.989	6057865.265
A.3	1221365.261	6057885.889
A.4	1221547.275	6057337.613
A.5	1221553.479	6057194.112
A.6	1221625.136	6057146.048
A.7	1221626.344	6057051.564
A.8	1221745.754	6056870.905
A.9	1221763.725	6056774.303
B.2	1221454.446	6058001.719
B.5	1221891.940	6056847.198
Bouée Météo	1222064.812	6056716.167
X.1	1221314.860	6058232.300
X	1221381.748	6058332.091
X.2	1221240.641	6058066.904

Rédaction	Revue	Approbation	Date	Indice	Echelle	N° document	Page	Observations
Jean-Marc TADDEI	François DUFOUR	François DUFOUR	05/01/2022	A		REC_NAT_VEP_0001_A	1/1	Première diffusion

www.brl.fr/brli

Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19

1105, AVENUE PIERRE MENDÈS-FRANCE
BP 94001 - 30 001 NÎMES CEDEX 5
FRANCE
TÉL. : +33 (0) 4 66 84 81 11
FAX : +33 (0) 4 66 87 51 09
E-MAIL : BRLI@BRL.FR